www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

1e JAARGANG NUMMER 1 JANUARI 1936

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

TER INTRODUCTIE

Bij het verschijnen van het eerste nummer van dit nieuwe tijdschrift ligt het voor de hand in het kort uiteen te zetten, welke motieven ons ertoe geleid hebben om tot het uitgeven daarvan over te gaan. Dat zijn in de eerste plaats de vele vragen geweest, die tot ons gekomen zijn en nog geregeld in steeds toenemende mate tot ons komen, om nadere gegevens en bijzonderheden over de verschillende producten, welke door de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken vervaardigd worden, over hun eigenschappen en de wijze, waarop ze gebruikt moeten worden. Een groot gedeelte van deze vragen stamt uit de ingenieurswereld. Het is dan ook in hoofdzaak deze groep van belangstellenden, die wij met dit tijdschrift hopen te bereiken. Men zal er dus in aantreffen:

a. beschrijvingen van nieuwe producten en hun eigenschappen, benevens onderzoekingen daaraan verricht;
b. toepassingen van zulke producten; werkwijzen, waarin ze worden gebruikt;
c. artikelen over allerlei kwesties, die met het voorafgaande in verband staan en die den lezer zouden kunnen interesseeren.

Wat de wijze van behandelen betreft, zullen wij ons alle moeite geven om zoo duidelijk mogelijk te schrijven en met de meest eenvoudige hulpmiddelen de zaken voor te stellen.

Wij zullen van de wiskunde niet meer doch ook niet minder gebruik maken dan noodzakelijk is. Wij zullen echter steeds probeeren datgene, wat met wiskundige symbolen eenvoudig samengevat is, ook met woorden te zeggen, zoodat de strekking van het artikel ook voor dengene, die de wiskundige behandeling niet wenscht te volgen, duidelijk blijft. Daartoe zullen wij een overvloedig gebruik maken van illustraties en grafische voorstellingen. Wij hopen zoo alle overbodige geleerdheid te vermijden, maar wenschen ook niet door te groote vereenvoudiging in vaagheid en oppervlakkigheid te vervallen.

Elk artikel zal zooveel mogelijk een afgerond geheel vormen. Bij de groote verscheidenheid der Philips-producten zal het natuurlijk niet mogelijk zijn, dat elk artikel voor iederen lezer van direct belang is. Wij meenen echter bij velen ook op belangstelling te kunnen rekenen voor kwesties, die niet in onmiddellijk verband staan met hun dagelijksche werkkring.

Dit tijdschrift wil dus niet zijn een publicatieorgaan of een populair beschrijvend tijdschrift. Het wil den ingenieur die gegevens en die kennis verschaffen, die voor hem van waarde zijn of waarnaar zijn belangstelling uitgaat op het gebied, waarop onze werkzaamheden zich bewegen. Moge het zich tot een nuttig en veel gelezen blad ontwikkelen!

G. HOLST.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

VERGELIJKING VAN DE ONTLADINGSVORM IN NATRIUM- EN KWIKDAMPLAMPEN

I.

Samenvatting. De zichtbare straling van natrium- en kwiklampen wordt door verschillende processen opgewekt. De aanslag van natrium geschiedt door botsingen van electrisch versnelde electronen met atomen, die zich in de grondtoestand bevinden. Bij hoogedruk-kwiklampen wordt de straling door de temperatuur van de kwikdamp bepaald.

Inleiding

De technische ontwikkeling van natrium- en kwikdamplampen verliep door het verschillend gedrag der metaaldampen zeer verschillend en in velerlei opzicht zelfs in tegengestelde richtingen. Het bleek in het algemeen, dat het nuttig effect van een ontlading in natriumdamp des te beter is, naarmate de dampdruk, stroomdichtheid en oppervlaktehelderheid kleiner worden gehouden, terwijl het nuttig effect der kwiklamp in het onderzochte gebied juist toeneemt met de druk, stroomdichtheid en oppervlaktehelderheid. In hoeverre zich deze beide soorten van gasontladingen divergeerend ontwikkeld hebben, wordt in tabel I duidelijk gemaakt. Hierin zijn nl. eenige gegevens van de metaaldamp in een technisch uitgevoerde natriumlamp en een kwikdampontlading van zeer hoog nuttig effect (proeflamp) tegenover elkaar gezet.

Tabel I. Gedrag van de metaaldamp in een natrium-zuillamp van 100 Watt (Philora type SO 100) en een super-hoogedruk-kwiklamp van 1400 watt (proeflamp).

	Na	Hg
Druk in at.	10^{-5}	200
Stroomdichtheid in Amp/cm²	0,4	280
Doorsnede in cm²	1,43	0,0075
Oppervlaktehelderh. in kaars/cm²	10—20	180000
Temp. van de damp in °C	280	8600
Rendement in lumen/Watt	68	78

De natriumlamp was uitgevoerd met een dubbelwandig vacuumglas, om de warmte-afvoer klein te houden; de kwiklamp werd door water gekoeld.

Het volkomen tegengestelde gedrag van natriumdamp en kwikdamp is niet gemakkelijk in overeenstemming te brengen met de voorstelling, dat het analoge processen zouden zijn, die voor de lichtuitzending in natrium- en kwiklampen verantwoordelijk geacht moeten worden. Inderdaad zal een nadere beschouwing ons leeren, dat er niettegenstaande de principieele overeenstemming van het mechanisme der ontladingen toch een belangrijk verschil is aan te wijzen tusschen de processen, die het zichtbare licht leveren. *Die* processen, welke in de kwiklamp het bruikbare licht geven, zijn in de natriumlamp als verliezen te beschouwen en omgekeerd. Voor een nadere verklaring, die gelegen is in de omstandigheid, dat het natrium- en het kwikatoom verschillend van bouw zijn, zoodat daarin de omzetting van electrische energie in zichtbaar licht niet op dezelfde wijze geschiedt, moeten wij teruggrijpen naar de grondslagen, die ons de atoomphysica levert ter behandeling van de uitzending van licht door atomen.

Lichtuitzending door atomen

Bij de behandeling van dit probleem zullen wij ons laten leiden door de inzichten, die op dit gebied zijn verkregen met behulp van de atoomtheorie volgens Bohr. Het natrium-atoom bestaat uit een positief geladen kern, waaromheen zich elf electronen bewegen. Een maat voor de vastheid van de binding der electronen is de energie, die noodig is om één electron van de atoomrest af te scheiden. Bij natrium zoowel als bij kwik blijkt het nu veel gemakkelijker te zijn om het eerste electron uit het atoom te verwijderen dan de volgende. Hiervoor heeft men een veel grootere energie noodig. Om de ionisatie te bewerkstelligen, kan men b.v. tegen het atoom een electron aanschieten, dat in een electrisch veld voldoende versneld is om aan het atoom de voor ionisatie benoodigde energie over te dragen. Heeft een electron met lading e een spanningsverschil van V Volt doorloopen en de daarbij verkregen energie van:

$$\varepsilon = eV \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

opgespaard, dan noemen wij het een electron van V Volt.

Om natrium te kunnen ioniseeren moet een electron minstens 5,12 V doorloopen hebben, terwijl er voor de ionisatie van kwik 10,38 V noodig blijken te zijn. Botsen electronen met minder energie tegen het atoom, dan kan dit door een dergelijke botsing niet uiteen worden geslagen in een positief ion en een electron.

Toch is het atoom wel in staat om kleinere energiehoeveelheden op te nemen dan de ionisatie-energie. Dit kan dan echter niet met iedere willekeurige energiehoeveelheid gebeuren, maar slechts met zeer bepaalde bedragen.

Wij willen nu eens precies nagaan, wat er zal gebeuren met het natrium-atoom, wanneer wij er electronen met steeds grootere snelheden tegen aan laten botsen. Zoolang het electron slechts een spanning heeft doorloopen, die kleiner is dan 2,1 Volt, geschiedt de botsing volkomen elastisch, aangezien het natrium zulke kleine energie-hoeveelheden niet kan opnemen. Zoo gauw echter het electron minstens 2,1 Volt doorloopen heeft, is het in staat de daarbij behoorende energiehoeveelheid van 2,1 e aan het atoom over te dragen. Het atoom komt door deze energie-opname in een z.g. aangeslagen toestand, van waaruit het meestal zeer spoedig (b.v. na ongeveer 10^{-8} sec) weer in de grondtoestand terugkeert onder uitzending van licht van een zeer bepaalde golflengte λ en frequentie ν volgens de betrekking van Planck:

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

waarin c de lichtsnelheid beduidt en h de constante van Planck ($h = 6{,}55 \cdot 10^{-27}$ *erg sec*)

Vergelijking (2) geldt niet alleen voor de overgang van de eerste aangeslagen toestand naar de grondtoestand, maar voor iedere overgang tusschen twee toestanden van bepaalde energie, waarbij de vrijkomende energie als licht wordt uitgestraald. ε is hierbij gelijk aan het energieverschil van de twee toestanden. Hebben wij te maken met botsende electronen van tenminste 2,1 Volt, dan zien wij dat het natrium een geel licht gaat uitzenden, dat in de spectroscoop uit twee lijnen blijkt te bestaan, de gele natriumlijnen, die een golflengte van 5890 en 5896 Å hebben. Deze lijnen beantwoorden aan overgangen uit twee toestanden, welker energieën zoo weinig van elkaar verschillen dat het praktisch niet mogelijk is alleen de onderste aan te slaan. De golflengten kloppen met de formules (2) en (1), volgens welke het verband tusschen de golflengte λ van het uitgestraalde licht in Å en het doorloopen aantal Volts als volgt is:

$$\lambda = \frac{hc}{eV/300}\,10^8 = \frac{6{,}55\cdot10^{-27}\,3.10^{10}}{4{,}77\cdot10^{-10}\,.\,V}\,300\cdot10^8$$

$$= \frac{12340}{V}\ \text{Ångström} \quad . \quad . \quad (3)$$

Bij kwik blijken op analoge wijze electronen vanaf 4,86 Volt in staat om de ultra-violette kwiklijn met een golflengte van 2537 Å aan te slaan.

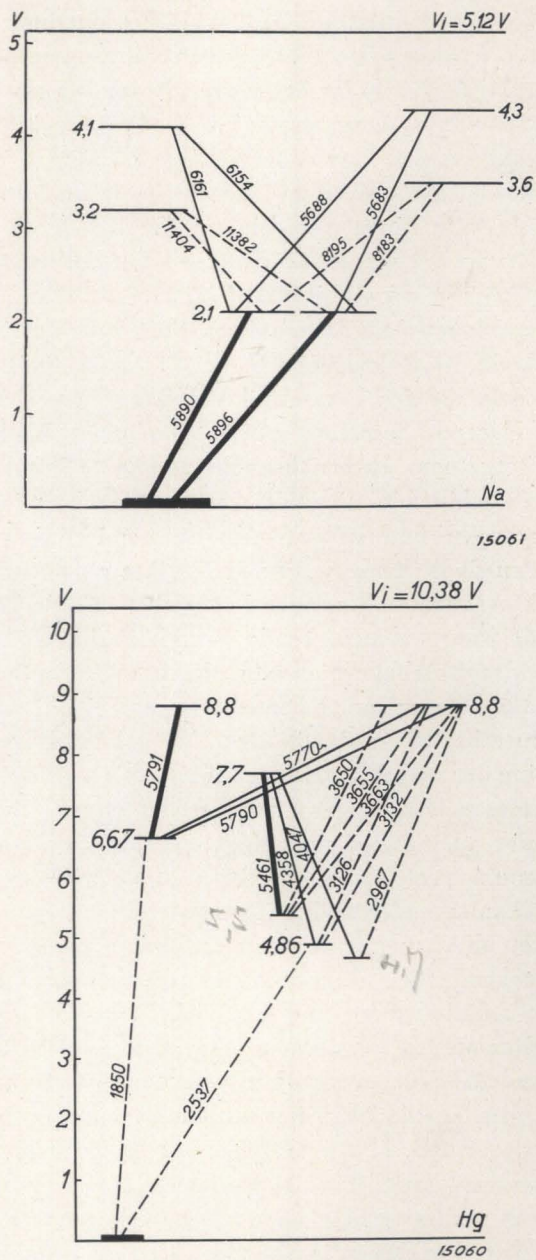


Fig. 1. Energieschema's van natrium en kwik. De dikte der lijnen duidt de zichtbaarheid der overgangen aan; onzichtbare (ultraviolette of infraroode) overgangen zijn gestippeld. V_i is de ionisatiespanning.
Bij natrium wordt het zichtbare licht voornamelijk geleverd door resonantielijnen (5890 en 5896 Å); de hoogere overgangen zijn in het algemeen infrarood.
Bij kwik wordt het zichtbare licht geleverd door hoogere overgangen (vnl.: 5461 en 5791 Å); de resonantielijnen (1850 en 2537 Å) zijn ultraviolet.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Voeren wij nu de snelheid der botsende electronen bij natrium hooger op, dan komen successievelijk verschillende andere lijnen van het natrium-spectrum te voorschijn. B.v. bij een doorloopen spanning van 3,2 Volt verschijnen de beide infraroode lijnen in de buurt van 11400 Å, welke correspondeeren met een overgang van het 3,2 Volt-niveau naar het 2,1 Volt-niveau en vanaf 3,5 Volt komen lijnen van 8183 Å en 8195 Å. Zoo wordt langzamerhand het heele natrium-spectrum aangeslagen, totdat bij 5,12 Volt het natrium geioniseerd zal worden. Bij kwik verschijnt op analoge wijze bij 6,67 Volt in het verre ultraviolet een lijn van 1850 Å. Vanaf ongeveer 7,7 Volt treden dan de bekende groene, blauwe en violette kwiklijnen van 5461, 4358 en 4047 Å op, terwijl in de buurt van 9 Volt vele lijnen verschijnen, die liggen op de grens van het zichtbare violet en het ultraviolet, en ook de gele kwiklijn van 5791 Å.

Teekenen wij nu de energieniveau's voor natrium en kwik, dan krijgen wij *fig. 1*. Hierbij is in verticale richting het aantal Volts aangegeven, dat het electron minstens doorloopen moet hebben om het atoom op een bepaald niveau te brengen. De verschillende niveau's waartusschen stralingsovergangen kunnen optreden zijn onderling verbonden door lijnen, waarvan de dikte ongeveer de sterkte aangeeft, waarmee het desbetreffende licht wordt waargenomen. In de figuren is duidelijk te zien dat blijkbaar niet alle denkbare overgangen zijn toegestaan; zoo treden er b.v. geen combinaties op tusschen niveau's uit éénzelfde kolom. De verdeeling der verschillende energieniveau's over eenige kolommen is juist geschied met het oog op de al of niet toegestane onderlinge combinaties onder uitzending van straling, waarop wij echter in dit bestek niet nader zullen ingaan.

Het blijkt nu uit de energieschema's direct, dat de bekende gele natriumlijnen, die hoofdzakelijk voor de uitstraling van het zichtbare licht door natriumlampen verantwoordelijk zijn, worden uitgezonden bij de overgang vanuit de onderste aangeslagen toestand van het natriumatoom naar zijn grondtoestand. Het analoge proces bij kwik levert echter een onzichtbare ultraviolette lijn en is dus als een verlies te beschouwen. Daarentegen zijn de zichtbare kwiklijnen in het groen en geel te danken aan overgangen tusschen hoogere niveau's onderling, welke bij natrium in het algemeen infraroode lijnen leveren. Op dit punt ligt juist het fundamenteele verschil in gedrag van natrium- en kwiklampen.

Men kan energie niet slechts door botsing met speciaal daartoe in een electrisch veld versnelde electronen aan een atoom toevoeren, maar o.a. ook door het straling te laten absorbeeren, of het gas op hoogere temperatuur te brengen. Ook in die gevallen blijkt steeds, dat het atoom alleen maar in staat is om zeer bepaalde energie-hoeveelheden op te nemen. Bij niet te hooge temperatuur bevinden de atomen zich vrijwel alle in de grondtoestand; zij absorbeeren daar slechts zoodanige lichtquanta als worden uitgezonden bij overgangen naar het grondniveau. Het kleinste absorbeerbare lichtquantum is datgene, dat behoort bij een overgang van het grondniveau naar het naastbijzijnde. Een spectraallijn, die wordt geëmitteerd bij het terugvallen naar het grondniveau, heet een resonantielijn.

De resonantielijnen spelen een speciale rol, omdat zij door het gas zelf sterk worden geabsorbeerd. Wanneer de druk van de metaaldamp niet uitermate klein is, wordt de intensiteit van de resonantiestraling door zelf-absorptie aanzienlijk verzwakt. De zelfabsorptie beteekent op zichzelf nog geen lichtverlies, omdat de geabsorbeerde energie in het algemeen weer in de vorm van een lichtquantum van dezelfde golflengte wordt uitgestraald. Het kan echter gebeuren, dat een atoom nog vóór de uitstraling van het geabsorbeerde lichtquantum door een stoot met een electron op een hooger niveau wordt aangeslagen (successieve aanslag), of zijn energie aan een electron overdraagt en daarbij zonder straling naar de grondtoestand terugvalt (stoot van de tweede soort).

Het is duidelijk dat de verzwakking der resonantiestraling in een gasontlading niet alleen bepaald wordt door de sterkte der zelfabsorptie, maar ook door het optreden van de bovengenoemde secundaire processen. De zelfabsorptie stijgt met de druk; de secundaire processen nemen toe met de stroomdichtheid.

Consequenties voor de constructie van natrium- en kwiklampen

De voorafgaande beschouwingen maken het begrijpelijk, dat de eisch van een hoog nuttig effect van de zichtbare straling bij natriumdamp en kwikdamp zeer verschillende consequenties heeft. Om bij natrium een hoog nuttig effect te bereiken, is het noodzakelijk, dat men er voor zorgt, dat de resonantiestraling overheerscht, en overgangen tusschen hoogere toestanden zoo weinig mogelijk optreden, terwijl bij kwiklampen het mechanisme juist zóó moet zijn, dat de straling tusschen hoogere overgangen een zoo groot mogelijke rol speelt.

Zooals in de vorige paragraaf reeds werd vermeld, worden resonantielijnen door zelfabsorptie

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gauw aanzienlijk verzwakt. Deze verzwakking is voor natriumlampen ongunstig, bij kwik daarentegen zeer gewenscht. Aangezien nu de verzwakking door zelfabsorptie met de druk van het gas en de stroomdichtheid toeneemt, wordt men er toe geleid, natriumlampen met lage dampdrukken en stroomdichtheden te construeeren, kwiklampen daarentegen met zeer hooge dampdrukken en stroomdichtheden.

In hoeverre het door dergelijke maatregelen mogelijk is, het nuttig effect van natrium- en kwiklampen op te voeren, zal in een volgend nummer nader worden behandeld. Enkele resultaten zullen echter direct aansluitend worden besproken, omdat zij zonder meer duidelijk zijn, ook al werden zij in het voorgaande niet voldoende beredeneerd. Het blijkt, dat in de natriumlampen de aanslag door electronen de straling veroorzaakt. Bij hooge-druk-kwiklampen daarentegen worden de relatieve aantallen van aangeslagen atomen en ionen door de temperatuur van het gas bepaald, d.w.z., hun onderlinge verhouding is dezelfde als in een afgesloten vat met een bepaalde temperatuur. Niettegenstaande de toevoer van energie door de stroom en afvoer van energie door de straling hebben wij bij benadering met een thermisch evenwicht te maken. Dit hangt samen met het feit, dat dank zij de hooge concentratie van kwik-atomen de in de zuil opgehoopte energie veel grooter is dan de energieën, die worden toegevoerd en afgevoerd binnen het tijdsinterval, waarin zich een thermisch evenwicht kan instellen.

Bij extreem lage stroomdichtheden wordt in natriumdamp van geschikte druk nagenoeg de geheele toegevoerde energie in licht van de resonantiestraling omgezet. Praktisch maakt men geen gebruik van dit grensgeval o.a. omdat een deel van de toegevoerde energie in warmte omgezet moet worden om de buiswand te kunnen houden op die temperatuur, welke beantwoordt aan een gunstige dampdruk van het natrium. De hierbij optredende verliezen door warmtestraling nemen toe met het stralend oppervlak. Dientengevolge mag een bepaalde lichtstroom niet door een al te groot oppervlak worden uitgezonden. De oppervlaktehelderheid en dus de stroomdichtheid mogen dus niet te laag worden genomen.

Bij de temperatuuraanslag van kwik is de kwestie van de spectrale energieverdeeling nogal ingewikkeld. Met toenemende concentratie van de kwikdamp zullen, behalve de atomen, meer en meer kwikmoleculen Hg_2 optreden, wier spectrum inplaats van uit enkele lijnen uit breede banden bestaat. Op deze wijze gaat het lijnenspectrum met toenemende druk langzamerhand schuil in een steeds sterker wordende continue ondergrond.

In *fig. 2* is het spectrum van een super-hooge-druk-kwiklamp voor verschillende concentraties van de kwikdamp weergegeven. De meest in het

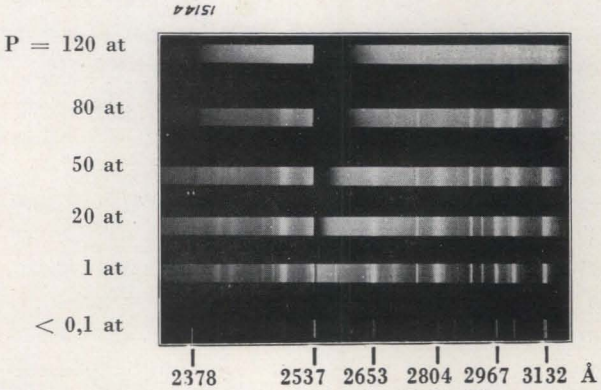


Fig. 2. Spectrum van een watergekoelde kwiklamp (2 mm inw. diam., stroomsterkte ca. 1,3 Amp.) bij verschillende waarden van de dampdruk P. Bij toenemende druk worden de spectraallijnen meer en meer overdekt door emissie- en absorptiebanden.

oog loopende verandering is het opkomen van een continuum, dat beginnende bij de resonantielijn 2537 Å zich naar grootere golflengten toe uitstrekt. Bij hooger wordende druk neemt de zelf-absorptie van de resonantiestraling een toenemend gedeelte van het continuum aan de kortgolvige zijde weg.

Het proces der vorming van banden kan worden opgevat als een eerste stap in de overgang der straling naar het thermisch evenwicht, waarbij de intensiteitsverdeeling niet meer wordt bepaald door speciale eigenschappen der atomen, maar alleen door de stralingswet van Planck voor het zwarte lichaam. Aangezien het zwarte lichaam bij de temperatuur van de stralende zône der lamp relatief meer rood en minder ultraviolet uitstraalt dan de kwikdamp, zal men reeds van thermodynamisch standpunt kunnen verwachten, dat de intensiteitsverdeeling met toenemende concentratie van de kwikdamp naar de kant van de grootere golflengten wordt opgeschoven. Dit effect komt in fig. 2 duidelijk naar voren. Door breede absorptiebanden (verbreeding der resonantielijnen) wordt de ultraviolette straling van de kwiklamp met toenemende druk verzwakt, terwijl de continue ondergrond, die met toenemende druk sterker wordt, ver naar het roode en infraroode gedeelte van het spectrum is uitgestrekt.

Bewerkt door G. HELLER.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

EEN MODERNE HOOGSPANNINGSINSTALLATIE

Samenvatting. De hier beschreven hoogspanningsinstallatie, die topspanningen tot 1000 kV, en een gelijkspanning van 700 kV bij een stroomsterkte van 4 mA levert, is gekenmerkt door een kleine vereischte ruimte en eenvoudige bediening. De installatie bestaat uit twee symmetrische zuilen. De schakeling van iedere zuil bevat 4 gelijke trappen, elk bestaande uit een condensator en een ventiel, waarbij ieder bouwelement slechts een vierde van de geheele spanning moet dragen. Door een speciale constructie zijn de ventielen voor een terugslagspanning van 200 kV geschikt gemaakt. De verhitting van de oxydkathoden der ventielen geschiedt met behulp van een hoogfrequentie-generator.

Inleiding

Het probleem van het maken van gelijkspanningen van verscheidene 100 kV heeft een sterke stimulans ondervonden door de kernphysica, die in de laatste jaren een zoo groote vlucht genomen heeft. Voor experimenten over atoomsplitsing zijn een reeks van hoogspanningsinstallaties uitgedacht en uitgevoerd, die in meerdere of mindere mate aan de te stellen eischen voldoen, echter meestal nog het nadeel hebben dat zij een groote ruimte en bij het bedrijf veel aandacht vereischen, zoodat het den onderzoeker niet mogelijk is, zijn volle en uitsluitende aandacht op de proeven zelve te richten in plaats van op het apparaat dat hem de noodige spanning levert. Het ideaal zou zijn een stroomleverende apparatuur, die zoo eenvoudig te bedienen is en zoo bedrijfszeker werkt, dat de onderzoeker zich heelemaal niet meer met haar hoeft te bemoeien. Een apparatuur, die den onderzoeker weliswaar nog niet van alle zorgen van deze aard ontlast, maar toch een groote stap in deze richting beteekent, is in het Röntgenlaboratorium der Philipsfabrieken ontwikkeld.

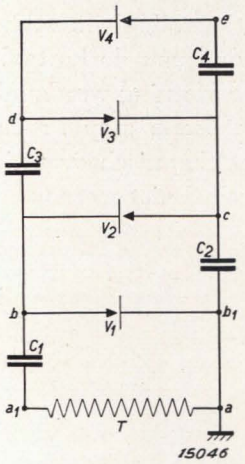


Fig. 1. Principe der Greinacherschakeling. Wanneer de transformator T een wisselspanning van de amplitude E levert, krijgt punt c de constante spanning 2E, punt e de constante spanning 4E tegen aarde. Met het schema kan men ad libitum verder gaan.

De opstelling, die topspanningen tot 1000 kV, en 700 kV gelijkspanning bij een stroomsterkte van 4 mA levert, munt uit door de buitengewoon kleine vereischte ruimte, alsmede door de eenvoud van de bouw en het bedrijf. [1])

De schakeling dezer installatie berust op een indertijd door Greinacher beschreven principe. Cockcroft (Cambridge) en Bouwers (Eindhoven) zijn er ongeveer tegelijkertijd en onafhankelijk van elkaar toe gekomen, haar voor het opwekken van zeer hooge spanningen toe te passen.

Principe van de schakeling

De schakeling wordt in principe door het schema van *fig. 1* voorgesteld. In de secundaire wikkeling T van een hoogspanningstransformator wordt een wisselspanning van de amplitude E opgewekt. Het punt a zij geaard, heeft dus steeds de potentiaal 0 (dit is niet essentieel, doch dient alleen om de gedachten te bepalen). Het punt a_1 heeft een spanning tegen aarde, waarvan het verloop gegeven is door de sinuskromme a_1 in *fig. 2*. Hoe zal nu het spanningsverloop in punt b zijn?

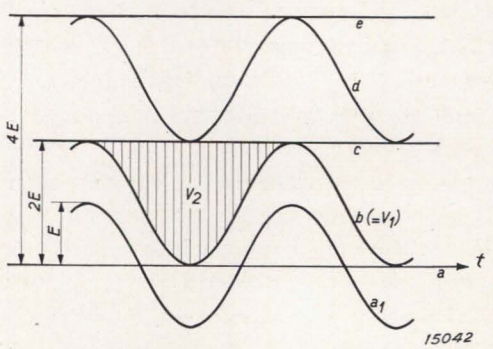


Fig. 2. Verloop van de spanningen in verschillende punten van de schakeling fig. 1. Aan ieder ventiel oscilleert de spanning tusschen 0 en 2E en wel telkens een halve periode verschoven in naast elkaar liggende ventielen.

[1]) Een korte beschrijving van de eerste, inmiddels nog aanzienlijk verbeterde opstelling is gegeven door A. Bouwers, Modern X-Ray Development, The British Journal of Radiology **7**, 21, 1934.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

Als het ventiel V_1 er niet was, zou op de bovenste plaat van de condensator C_1 afwisselend een positieve en een negatieve lading komen, en wel telkens tot een maximaal bedrag, overeenkomende met de topspanning E van de transformator (nl. E maal de capaciteit van C_1). Aangezien echter het ventiel V_1 in de stroomkring aa_1bb_1a de stroom slechts in de ééne richting doorlaat, nl. naar links [2]), zal een eenmaal op de bovenste condensatorplaat gekomen positieve lading daar gevangen blijven (het tekort aan electronen kan niet via V_1 aangevuld worden). De condensator C_1 wordt dus tot de topspanning E geladen en de potentiaal in punt b blijft steeds een bedrag + E (resp. bij andersom geschakeld ventiel: — E) hooger dan die in punt a_1. De potentiaal van b tegen aarde, dat is ook de spanning aan het ventiel V_1, vertoont dus het verloop van kromme b in fig. 2; zij oscilleert tusschen 0 en 2E.

We passen nu precies dezelfde beschouwing toe op de aangrenzende stroomkring om het verloop van de potentiaal in punt c te vinden. De tusschen 0 en 2E wisselende spanning op het ventiel V_1 neemt de rol over van de wisselspanning E op de transformator; we zien, dat de condensator C_2 tengevolge van de werking van het ventiel V_2 wordt geladen tot de hoogste aan V_1 optredende spanning, 2E. Het punt c bevindt zich derhalve op de constante potentiaal 2E ten opzichte van b_1 (aarde!) (zie lijn c in fig. 2).

Tusschen de punten c en b, d.w.z. aan het ventiel V_2, ligt een spanning, die gevonden wordt als verschil van het potentiaalverloop in deze twee punten, dus als ordinaten-verschil der krommen c en b (zie het gearceerde vlak V_2); we zien, dat de ventielspanning V_2, evenals bij V_1 het geval was, tusschen 0 en 2E oscilleert en ten opzichte van V_1 een halve periode verschoven is. Uitgaande van deze ventielspanning V_2 herhalen we de beschouwing nog eens en vinden op overeenkomstige wijze, dat in punt d de spanning tegen aarde oscilleert tusschen 2E en 4E, en tenslotte, dat het punt e de constante spanning 4E tegen aarde krijgt (zie krommen d en e in fig. 2).

Is men b.v. uitgegaan van een wisselspanning E = 100 kV, dan bereikt men in e een gelijkspanning 4E = 400 kV; in een tweede, geheel analoog opgebouwde zuil, waarin alleen de ventielen andersom werken, kan men de spanning —400 kV tegen aarde verkrijgen. Men kan dus tusschen de eindpunten van beide zuilen de totaalspanning 8E = 800 kV afnemen. In fig. 2 ziet men ook, dat er in één zuil nog hoogere spanningsverschillen optreden dan 4E: tusschen de punten e en a_1 nl. schommelt de spanning tusschen 3E en 5E. Men kan dus, door punt a_1 in plaats van a te aarden, zelfs een topspanning van 5E van een zuil, d.w.z. 10E van twee tegen elkaar geschakelde zuilen afnemen.

Het groote voordeel van de schakeling is, dat a l l e condensatoren en ventielen slechts een gedeelte van de spanning hebben te dragen, nl. telkens 2E (resp. C_1 slechts E). Hierdoor is het mogelijk, de afmetingen van alle elementen binnen redelijke grenzen te houden. Daar alle afzonderlijke trappen van een zuil onderling gelijk zijn, kan men de apparatuur tot nog hoogere spanningen opvoeren, door het aantal dezer trappen uit te breiden.

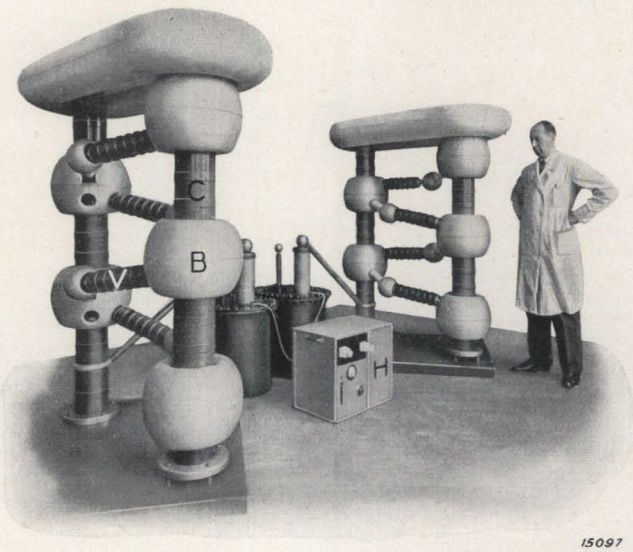


Fig. 3. De geheele, uit twee gelijke helften (zuilen) bestaande installatie. Tusschen de metalen bollen B, die ter vermijding van verliezen door sproeien om de verbindingsplaatsen heen gelegd zijn, ziet men de verticaal staande bouwsteenen: de condensatoren C, en de ventielen V in de schuinliggende verbindingsstukken. Voorts op de achtergrond de twee transformatorhelften, op de voorgrond de zender H voor de hoogfrequentieverhitting.

Beschrijving van de opstelling

Fig. 3 geeft een foto weer van de volledige opstelling, bestaande uit 2 zuilen, elk van 4 trappen. Men ziet in iedere zuil aan weerskanten de condensatoren C (papiercondensatoren van ongeveer 0,01 µF) die tegelijkertijd dienst doen als bouwsteenen, en in de schuinliggende verbindingsstukken de ventielen V. Om de punten b, c, d, e heen zijn metalen bollen B gebouwd om het sproeien te verhinderen. Bij een transformatorspanning met de amplitude E = 100 kV verkrijgt men aan de eindpunten theoretisch maximaal 800 kV gelijkspanning (door de stroomafname wordt dit iets minder, daar de

[2]) In het symbool voor de ventielen in fig. 1 beteekent de punt de kathode, de pijl wijst dus de looprichting van de electronen aan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

condensatoren zich dan niet op hun topspanningen handhaven; er ontstaat dan ook een rimpel van enkele procenten, zie noot [3]), of bij de andere bovenbeschreven schakeling een tusschen 600 en 1000 kV schommelende spanning.

Zooals reeds werd vermeld, is de vereischte ruimte voor deze installatie zeer bescheiden; de in fig. 3 weergegeven opstelling beslaat een oppervlakte van 1,5 × 3 m en is 2 m hoog. Zij kan dus in een betrekkelijk kleine kamer worden geplaatst.

De ventielen

Onder de elementen van de apparatuur eischen de door M u l d e r (Eindhoven) ontwikkelde ventielen speciale belangstelling. Zij zijn gevuld met verzadigde kwikdamp (bij kamertemperatuur ongeveer $2 \cdot 10^{-3}$ mm) en hebben oxydkathoden.

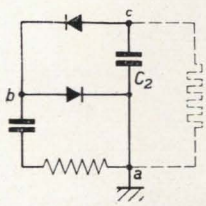


Fig. 4A. Zuil van slechts twee trappen; van c wordt nu stroom afgenomen vanaf het oogenblik t_0.

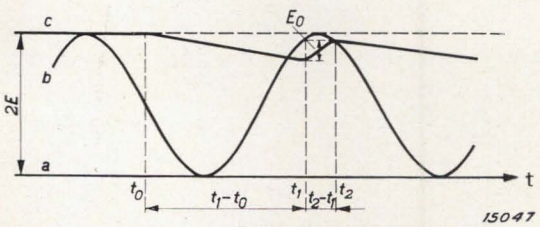


Fig. 4B. Het potentiaalverloop in de punten b en c is als in fig. 2, doch de potentiaal in c neemt vanaf de tijd t_0 langzaam af. Op het oogenblik t_1 bereikt het potentiaalverschil aan het ventiel, tusschen de punten b en c, de ontsteekspanning E_0; het ventiel ontsteekt, de potentiaal in c stijgt, tot het oogenblik t_2. In de korte tijd t_2—t_1 moet de geheele, in de lange tijd t_1—t_0 uit C_2 verloren lading weer toegevoerd worden. Dus moet de laadstroom in deze korte tijd hooge momenteele waarden aannemen.

Ten opzichte van hoogvacuumventielen hebben de met gas gevulde buizen weliswaar het nadeel van een hooge ontsteekspanning (ongeveer 7 kV) en van hun gebondenheid aan een vrij kleine toelaatbare speling in de temperatuur (ca. 15 - 40° C) met het oog op de noodige kwikdruk; daartegenover staat echter het voordeel van een zeer kleine brandspanning (50 Volt) en vooral van de mogelijkheid van toepassing van oxydkathoden, waarbij slechts een klein wattverbruik voor verhitting noodig is. Dit vergemakkelijkt de toepassing van de verderop beschreven methode van hoogfrequentieverhitting. (Wolfraamkathoden hebben een ongeveer 10 maal zoo groot wattverbruik).

Hoewel de van de hoogspanningsinstallatie af te nemen stroom slechts de orde van grootte van enkele mA heeft, moeten de kathoden toch op een emissiestroom van ongeveer 100 mA berekend zijn, omdat de momenteele waarden van de laad stroomen in de ventielen vele malen grooter zijn dan de afgenomen stroom. We zullen dit even nader toelichten, daar dit een essentieel punt voor de goede werking der installatie is.

Zoodra een stroom van de installatie afgenomen wordt, blijft het boven bij de beschrijving van het principe der schakeling uiteengezette nog wel van kracht, doch met deze wijziging, dat de spanningen op de condensatoren, doordat deze ontladen worden, iets gaan zakken. In *fig. 4B* is dit geteekend voor het geval, dat we een zuil van slechts twee trappen, tot c (*fig. 4A*) hebben en van c op een bepaald oogenblik t_0 stroom gaan afnemen. De potentiaal in punt c, die eerst 2E was, zakt langzaam door de ontlading van de condensator C_2. De potentiaal in b, die zooals we reeds zagen van 0 tot 2E wisselt, schiet op een bepaald oogenblik boven de gedaalde potentiaal in c uit; als het verschil de ontsteekspanning E_0 overschrijdt, op het oogenblik t_1, ontsteekt het ventiel en de condensator C_2 wordt nu geladen. De potentiaal in b blijft echter slechts korte tijd op haar topwaarde in de buurt van 2E; ze daalt weer terwijl die in het punt c stijgt; al gauw, op het oogenblik t_2, wordt het potentiaalverschil aan het ventiel nul en de verdere ladingstoevoer is afgesloten. Nu begint het spel opnieuw. Willen we niet beleven, dat de condensatorspanning stapsgewijze steeds minder wordt, dan moeten we aan de condensator in de korte tijd t_2—t_1 de heele lading toevoeren, die hij in de lange tijd t_1—t_0 door de stroomafname verloren heeft; daar de lading de integraal van stroom maal tijd is, beteekent dit, dat we de korte tijdsduur van de laadstroom weer goed moeten maken door een laadstroomsterkte, die ongeveer in de verhouding der twee tijden t_1—t_0 en t_2—t_1 grooter moet zijn dan de afgenomen stroom [3]).

Het in *fig. 5* weergegeven oscillogram van de stroom in de condensator C_2 laat duidelijk zien, hoe deze met een kleine stroomsterkte ontladen en in pieken weer geladen wordt.

Tevens ziet men nu in, welk belang een zoo klein mogelijke ontsteekspanning heeft: is deze nl. groot, dan zou het kunnen gebeuren dat bij de eerste

[3]) Zakt de potentiaal in c vlugger, dan schuift t_1 naar links, de verhouding der twee tijden wordt dus wel gunstiger, doch de „rimpel" in de potentiaal van c wordt dan zeer groot.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

„ontmoeting" der potentialen b en c (punt t_1 in fig. 4B) in het geheel geen ontsteking van het ventiel plaatsvindt, zoodat de condensator nog verder ontladen wordt, om eerst bij de volgende

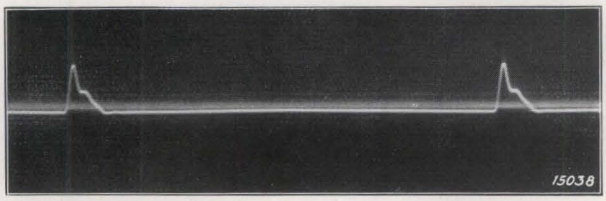


Fig. 5. Oscillogram van de stroom in condensator C_2 (van fig. 4A). Men ziet de kleine afgenomen stroom (uitwijking naar beneden) en de ongeveer een factor 10 grootere pieken van de laadstroom (uitwijking naar boven).

„ontmoeting" (of nog later!) weer geladen te worden en dan wel in een tijd, die in verhouding tot de ontlaadperiode nog ongunstiger geworden is!

De toegepaste ventielen hebben oxydkathoden met een gloeistroomverbruik van 8 Watt, hetgeen voor de vereischte emissiestroom ruimschoots voldoende is.

Aangezien de kathode een potentiaal van eenige 100 kV tegen aarde heeft, is het daarheen brengen van de verhittingsenergie een probleem op zichzelf. Cockcroft gebruikte kleine accu-batterijen, die direct op de condensatoren geplaatst zijn; dit lijkt wel heel eenvoudig, doch het steeds noodzakelijke laden en controleeren van de accu's veroorzaakt veel ergernis en brengt een allesbehalve prettige wijze van werken met zich mee. Bij de hier beschreven opstelling (en ook door Cockcroft) werd daarna een tijdlang de kathodeverhitting bewerkstelligd door middel van kleine generatoren, die op de condensatoren stonden en groepsgewijze via een gemeenschappelijke isoleerende as van pertinax door een op de grond staande motor werden aangedreven; deze oplossing voldoet wel, heeft echter het nadeel, dat de werking niet geruischloos is.

De hoogfrequentie-verhitting

Het probleem is nu op elegante wijze opgelost door de methode van hoogfrequentie-verhitting die door Kuntke (Eindhoven) werd aangegeven. *Fig. 6* toont de wijze van schakeling, die thans is toegepast. Slechts één van de 2 zuilen is geteekend.

De condensatoren C_1-C_4 zijn isolatoren voor de geproduceerde gelijkstroom van hooge spanning, laten echter een wisselstroom van hooge frequentie passeeren. Tusschen de punten a en b_1 (a ligt aan aarde) wordt nu met behulp van een kleine zender H van 150 Watt vermogen een wisselspanning opgewekt van $7{,}5.10^5$ per/sec, overeenkomende met een golflengte van 400 m; deze wisselspanning maakt eenvoudig mede gebruik van de hoogspanningsstroomkring, zonder de hoogspanning te beinvloeden of door haar te worden beinvloed.

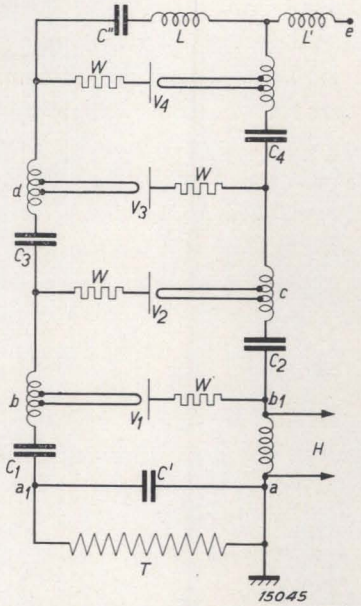


Fig. 6. Schakeling van één zuil, na aanbrenging van de hoogfrequentieverhitting. In de hoogspanningskring loopt tevens een hoogfrequente stroom ($7{,}5.10^5$ per/sec) van 0,7 A, die in de speciaal geconstrueerde luchttransformatoren (in de punten b, c, d en boven C_4) op de stroomsterkte 3,5 A voor de kathodeverhitting gebracht wordt. De beteekenis van de nog toegevoegde capaciteiten, zelfinducties en weerstanden is in de tekst verklaard.

Weliswaar moet de stroomkring nu van te voren voor beide stroomsoorten geschikt zijn gedimensioneerd, b.v. moeten de condensatoren zoo ontworpen zijn dat ze behalve voldoende capaciteit en doorslagvastheid ook zoo klein mogelijke hoogfrequentieverliezen hebben. Niettegenstaande de speciale constructie blijven deze verliezen in de condensatoren nog betrekkelijk hoog, zoodat het wenschelijk was, de hoogfrequente stroom tot ca. 0,7 Amp te beperken; om de noodzakelijke stroomsterkte van 3,5 Amp voor de kathodeverhitting te verkrijgen, moesten derhalve nog kleine luchttransformatoren 5 : 1 worden tusschengeschakeld (zie fig. 6). Het vereischte vermogen van 8 Watt is bereikt door de luchttransformatortjes zeer compact te bouwen, met kleine spreiding en nauwe koppeling; de secundaire spanning wordt als bij een autotransformator afgetakt. Alle kathoden worden zoo in serie verhit.

Nog enkele details van de schakeling (fig. 6): De weerstanden W van 20000 Ohm achter de ventielen waren oorspronkelijk aangebracht om de beginstroom bij het ontsteken binnen bepaalde grenzen te houden; nu dienen zij tevens om te beletten, dat de ventielen shunts vormen voor de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

hoogfrequente stroom. Voor de hoogfrequente stroom overbrugt de capaciteit C′ de transformator, de capaciteit C″ het laatste ventiel; de zelfinductie L brengt door afstemming op resonantie de wisselstroomweerstand van de hoogfrequente stroomkring tot de kleinst mogelijke waarde terug. De smoorspoel L′ belet de hoogfrequente stroom de overgang naar de belastings-stroomkring.

Een kenmerk van de ventielconstructie is verder nog de onderverdeeling van de ontladingsbaan tusschen kathode en anode door een aantal korte metalen buizen. De ventielen zijn ca. 50 cm lange glazen buizen van 3 cm diameter, de afstand kathode-anode bedraagt rond 30 cm en is door 6 buisjes zoo onderverdeeld, dat de onderlinge afstand c der buisjes 0,5 cm is (zie *fig.* 7).

De taak van de als tusschenelectroden op te vatten buisjes is het vergrooten van de terugslagspanning van het ventiel. Hoe dit tot stand komt is globaal als volgt te verklaren. De doorslagspanning hangt af van de druk en de electrodenafstand; bij een vaststaande druk komt men bij steeds kleiner gekozen electrodenafstand tenslotte in een gebied, waar de doorslagspanning toeneemt met verminderde electrodenafstand [4]); dit is ruw gesproken dan het geval, wanneer de vrije weglengte van de electronen in het gas van dezelfde orde van grootte is als de electrodenafstand: de electronen brengen, door gebrek aan botsingen, niet genoeg ionen voort om een zelfstandige ontlading tot stand te brengen.

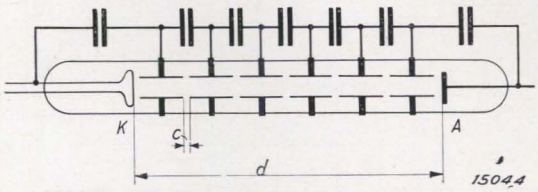


Fig. 7. Ventielconstructie: De afstand d = 30 cm tusschen kathode K en anode A is door 6 buisjes met een onderlinge afstand c = 0,5 cm onderverdeeld om de terugslagspanning op te voeren. De overbruggende condensatoren brengen een gelijkmatige verdeeling van de geheele spanning langs de buis tot stand.

Inderdaad is de vrije weglengte van de electronen, in kwikdamp van ca. 2.10^{-3} mm druk, van de orde van grootte van eenige cm, dus te vergelijken met de afstand der buisjes. De buisjes zijn overbrugd door condensatoren, waardoor een gelijkmatige spanningsverdeeling langs de ontladingsbaan verkregen wordt, hetgeen noodzakelijk is gedurende de periode, waarin de buis de volle spanning (max. 2E) moet tegenhouden. De dielectrica van deze condensatoren zijn in de vorm van uit hoogspannings-Philite geperste ringen om de ventielbuis heen gelegd, waardoor het op fig. 3 zichtbare eigenaardige aspect der ventielen ontstaat.

Bewerkt door S. GRADSTEIN.

[4]) vgl. J. G. W. Mulder, Diss. Delft 1934, blz. 88.

Digitized by www.freeservicemanuals.info
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

RELAISBUIZEN ALS TIJDSCHAKELAARS VOOR HET NAADLASSCHEN

door D. M. DUINKER.

Samenvatting. Het naadlasschen van twee metaalstukken vindt meestal plaats door er een wisselstroom van groote intensiteit door te sturen. Zooals de ervaringen in de laatste jaren geleerd hebben, is het voor het verkrijgen van goede verbindingen noodzakelijk, de tijd waarin de stroom doorgaat terug te brengen tot op eenige honderdsten secunden, d.w.z. tot op eenige perioden van een wisselstroom met een frequentie van 50 per/sec. Voor het vervaardigen van lange naden worden de te lasschen stukken met een constante snelheid tusschen rolvormige electroden doorgetrokken. Men maakt een serie van laschpunten, doordat men met constante tusschenpoozen de hierboven genoemde stroomstoot er door laat gaan. Er moet hiertoe dus een apparaat geconstrueerd worden, dat in staat is er voor te zorgen, dat de stroom gedurende eenige perioden (x) doorgaat, terwijl hij gedurende een ander aantal (y) perioden juist wordt onderbroken, en deze geheele cyclus (x+y) moet periodiek worden herhaald. Aangezien de intervallen zoo kort zijn (b.v. 0,02 sec) en de stroomsterkten zoo groot (eenige honderden Amp.), kunnen mechanische schakelaars voor dit doel nauwelijks in aanmerking komen. Aan het gebruik van een relaisbuis, die door een relaxatietrilling bestuurd wordt, zijn belangrijke voordeelen verbonden, zooals b.v. volkomen synchroon werken, gemakkelijke en momentane regelbaarheid over een groot gebied, enz. In dit artikel is de schakeling en de uitvoering van een dergelijke inrichting behandeld.

Het electrisch lasschen van twee metaalstukken kan behalve met de lichtboog ook plaats vinden met behulp van de methode van het z.g. weerstandslasschen, waarbij men een sterke stroom door de beide stukken stuurt; deze ontmoet een groote weerstand bij de overgang tusschen de twee te verbinden oppervlakken; de ontwikkelde warmte doet de metalen daar smelten, zoodat er een lasch ontstaat. Meestal wordt de stroom aan de beide stukken toegevoerd door middel van meer of minder spitse electroden en de verbinding beslaat een oppervlak van slechts eenige mm doorsnede; vandaar de naam puntlasch. Om lange naden te vervaardigen maakt men een reeks van dergelijke laschpunten. In dit geval worden electroden in de vorm van rollen gebruikt, waartusschen de metaalstukken ingeklemd zijn en bewogen worden met een geschikte snelheid, die beantwoordt aan de gewenschte onderlinge afstand der laschpunten. Deze afstand wordt op zijn beurt weer bepaald door de verlangde mechanische stevigheid en dichtheid voor vloeistoffen of gassen. Wij willen ons hier speciaal bezighouden met dit naadlasschen.

De in een laschpunt ontwikkelde warmte hangt af van de sterkte van de gebruikte stroom en van de tijd gedurende welke hij heeft gevloeid. De ervaringen der laatste jaren hebben geleerd, dat het van groot belang is, gedurende een zeer korten tijd een voldoend sterke stroom door te laten gaan; daardoor blijft de warmteontwikkeling goed gelocaliseerd op het punt, waar zij noodig is. Op deze wijze wordt de verwarming vermeden van het materiaal in de omgeving van de lasch, welke niet alleen een verlies zou beteekenen, maar ook funeste gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van de lasch, aangezien zij oxydatie of andere ongewenschte chemische of physische structuurveranderingen te voorschijn kan roepen. Een periodieke onderbreking van de laschstroom beteekende een groote vooruitgang t.o.v. een willekeurige niet-periodieke onderbreking; zij maakt eenerzijds een aanmerkelijke verhooging van de laschsnelheid mogelijk, terwijl anderzijds het lasschen van metalen als roestvrij staal, aluminiumlegeeringen, enz. hiermede bewerkstelligd kan worden. Het kan noodzakelijk worden, de duur van de stroomdoorgang terug te brengen tot enkele honderdsten secunden, of wel, tot op eenige perioden van de beschikbare wisselstroom. Het is duidelijk dat een stroomonderbreker, die op deze wijze voldoend regelmatig lasschen mogelijk moet maken, synchroon met de wisselstroom dient te werken en dat de intervallen van doorgang en onderbreking van de stroom bij een bepaalde instelling zeer nauwkeurig constant moeten blijven; bij zoo korte stroomstooten veroorzaakt een halve periode (0,01 sec) meer of minder reeds een flink verschil in de ontwikkelde warmte. Bedenkt men verder dat de primaire stroomsterkte in de transformator eenige honderden Amp. kan bedragen (de secundaire stroomsterkte beloopt 1000 à 10000 A bij een spanning van 3 à 10 Volt), dan is het duidelijk, dat van een mechanische schakelaar nauwelijks

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

sprake kan zijn, daar deze aan een buitengewoon sterke slijtage onderworpen zou zijn.

Een veel elegantere oplossing voor het synchroon onderbreken en sluiten van de stroom leveren de relaisbuizen. Dit zijn gashoudende gelijkrichters met gloeikathode en stuurrooster; de ontsteekspanning van zulke buizen kan geregeld worden met behulp van de roosterspanning, zooals blijkt uit *fig. 1*, die de karakteristiek van de Philips relaisbuis DCG 5/30 voorstelt. We zien hieruit dat bij positieve roosterspanningen van meer dan 12 V de ontsteekspanning laag is (<100 V), terwijl bij b.v. —2 V roosterspanning de buis pas bij 10000 V anodespanning ontsteekt. Zij maken het in nader te bespreken schakelingen mogelijk, de stroom gedurende een willekeurig aantal perioden (x = 1, 2, 3, ...) door te laten gaan, gedurende een ander willekeurig aantal perioden (y = 1, 2, 3, ...) te onderbreken, en deze cyclus x+y periodiek te herhalen. De grootheden x en y kunnen onafhankelijk van elkaar tusschen wijde grenzen gevariëerd worden. De belangrijkste voordeelen van een dergelijke tijdschakelaar zijn:

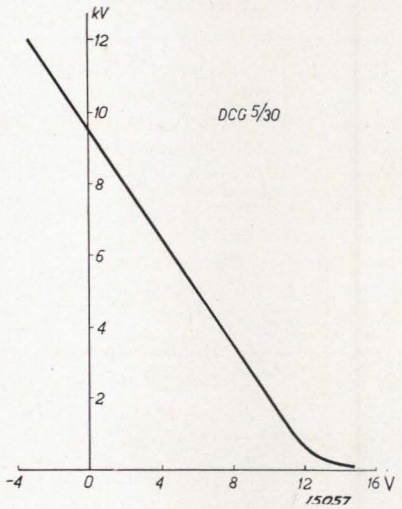


Fig. 1. Karakteristiek (ontsteekspanning als functie van roosterspanning) van de Philips relaisbuis type DCG 5/30, waarvan de voornaamste gegevens zijn:
Maximale sperspanning, top 12000 V
„ anodestroom, top 25 A
„ „ gemiddeld 6 A

1°. afwezigheid van bewegende of roteerende deelen; geen slijtage en geen lawaai;

2°. synchroon werken met het wisselstroomnet;

3°. gemakkelijke en momentane regeling der intervallen (x en y);

4°. mogelijkheid om x terug te brengen tot op één periode (0,02 sec.);

5°. onveranderlijkheid bij een bepaalde instelling.

Fig. 2 stelt één der mogelijke schema's voor.

Hierin onderscheiden wij drie deelen:

A. de trillingskring;
B. de vertragingskring;
C. de onderbrekingskring,

die men met enkele kleine vereenvoudigingen nog eens afzonderlijk vindt weergegeven in de fig. 5, 7 en 3 resp.

In de primaire keten van de laschtransformator (T_1 *fig. 3*) bevindt zich de primaire wikkeling van een transformator (T_2), wiens secundaire wikkeling verbonden is met kathode en anode van een relaisbuis (M_1). De transformator T_3 zorgt voor de verhitting der kathode van de buis M_1. Verkrijgt het rooster van M_1 een zoodanige spanning ten opzichte van de kathode, dat de buis ontsteekt, dan is de transformator T_2 kortgesloten [1]); bijna de geheele netspanning komt dan op de transformator T_1 te staan en het lasschen vindt plaats. Brengen wij het rooster van M_1 op een voldoend negatieve spanning, zoodat de buis niet ontsteekt, dan blijft de secundaire keten van T_2 geopend en in de primaire stroomkring kan slechts de zwakke

[1]) Dit geldt weliswaar slechts voor één richting van de secundaire stroom, maar voor de primaire stroom heeft dit toch bijna het effect van een volkomen kortsluiting (vgl. b.v. P. Lenz, Archiv für Elektrotechnik **27**, 497, 1933).

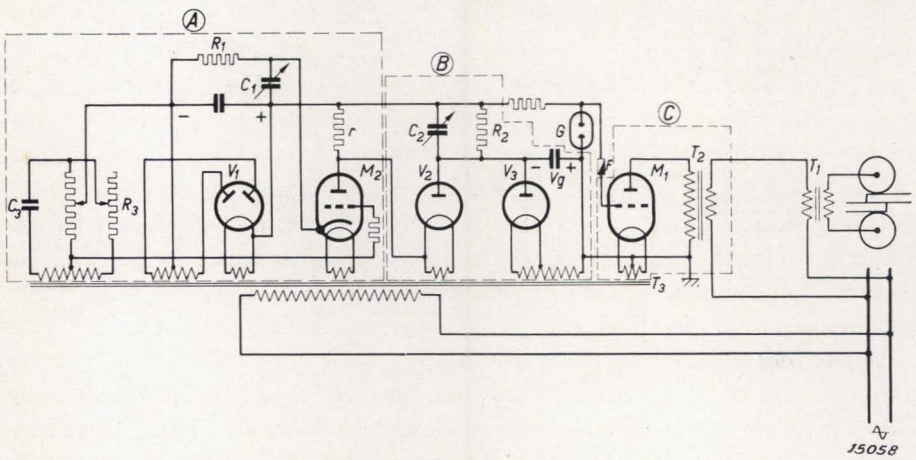


Fig. 2. Schema van een tijdschakelaar voor naadlasschen.
T_1 laschtransformator.
A = trillingskring (vgl. fig. 5).
B = vertragingskring (vgl. fig. 7).
C = onderbrekingskring (vgl. fig. 3).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

magnetiseeringsstroom loopen; de laschstroom is practisch nul. Laten wij onderstellen dat een roosterspanning van $-V_g$ Volt (b.v. door een batterij geleverd) voldoende is om het ontsteken van de buis te beletten. Welk verloop moeten wij nu aan de roosterspanning tusschen de klemmen 1 en 2 (*fig. 3*) geven om de primaire stroom gedurende één enkele periode (x = 1) door te laten, hem gedurende y perioden (y is een geheel getal)

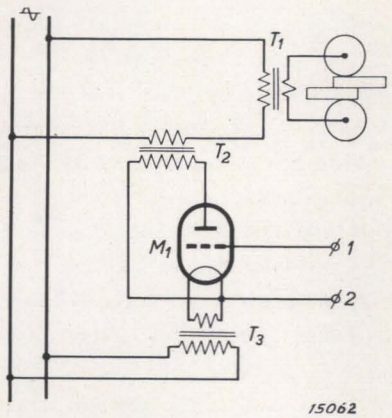


Fig. 3. Onderbrekingskring (vgl. „C" fig. 2).
T_1 = laschtransformator.
T_2 = voorschakeltransformator.
T_3 = gloeistroomtransformator.
M_1 = hoofdrelaisbuis.
Rooster (1) negatief ten opzichte van kathode (2): de anodestroom van de buis is onderbroken, in de primaire keten van T_2 kan slechts de magnetiseeringsstroom loopen. Rooster (1) op een spanning, waarbij de lamp ontsteekt: de transformator T_2 is kortgesloten, bijna de geheele netspanning komt op de laschtransformator T_1 te staan.

te onderbreken, enz.? Uit het bovenstaande volgt dat men dit bereikt door aan het rooster elke 1+y perioden steeds op het oogenblik dat de anode positief ten opzichte van de kathode wordt een positieve spanningsstoot te geven. Wij hebben dus een spanning noodig van de in *fig. 4* aangegeven vorm, d.i. een wisselspanning met een grondfrequentie f van $\frac{1}{1+y}$ maal de frequentie van het net. Een dergelijke frequentiedeeling is gemakkelijk te bereiken met behulp van relaxatietrillingen [2]). Dit brengt ons op de trillingskring (*fig. 5*).

Een kleine relaisbuis (M_2) met een gering vermogen is parallel geschakeld aan de condensator C_1, die, nadat de stroom door de schakelaar gesloten is, langzaam door een gelijkstroombron over een hooge weerstand R_1 wordt geladen; de anodespanning, die gelijk is aan de condensatorspanning, stijgt dus eveneens. Bij toenemende spanning op C_1 daalt tegelijkertijd het spanningsverlies in de weerstand R_1, dat als negatieve roosterspanning voor de buis M_2 wordt gebruikt; na een bepaalde tijd ontsteekt de buis, de condensator ontlaadt zich snel door de buis en de kleine weerstand r, en het spel begint van voren af aan. Een dergelijke vrije relaxatietrilling heeft een frequentie evenredig met $\frac{1}{R_1 C_1}$, maar zij kan zeer gemakkelijk gesynchroni-

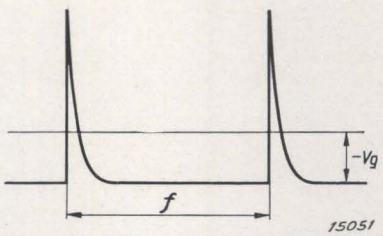


Fig. 4. Verloop van de spanningskromme, die tusschen de klemmen 1 en 2 (fig. 3) noodig is om laschpunten te maken met een duur van één enkele periode en met een interval van y perioden van het wisselstroomnet.

seerd worden met een harmonische of met een subharmonische van een andere in het systeem ingevoerde frequentie.

In *fig. 6* wordt dit verduidelijkt: anode- en condensatorspanning verloopen ten opzichte van de kathode K volgens de exponentieele kromme (A, C_1), Met behulp van de karakteristiek van de buis is hieruit

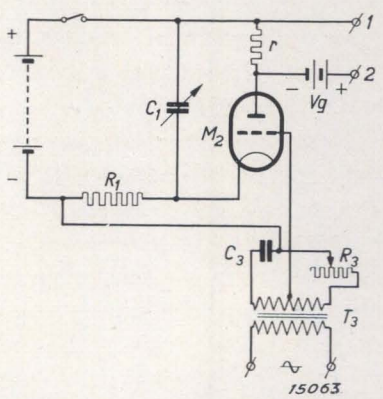


Fig. 5. Trillingskring (vereenvoudigd; vgl. „A", fig. 2).
C_1 = regelcondensator
R_1 = laadweerstand
r = ontlaadweerstand
M_2 = relaisbuis
T_3 = transformator ter levering van een spanning met de netfrequentie aan het rooster van M_2.
De ontsteking der buis M_2 vindt plaats met een frequentie, die een breukdeel is van de netfrequentie. De mate van frequentiedeeling hangt af van het product C_1R_1. De stroomkring C_3 R_3 veroorlooft de phaseverschuiving tusschen de relaxatietrilling en het wisselstroomnet in te stellen.

[2]) B. van der Pol en J. van der Mark, Physica **7**, 116, 1927.
B. van der Pol en J. van der Mark, Frequency demultiplication, Nature **120**, 363, 1927.

het verloop van de kritische roosterspanning afgeleid (stippellijn g), d.i. de roosterspanning, noodig voor het ontsteken bij de betreffende anode-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

spanning. In werkelijkheid bestaat de roosterspanning (kromme G) uit de in R_1 optredende spanning (V_{R_1}), waarop nu een wisselspanning V_S met netfrequentie is gesuperponeerd. Het ontsteken geschiedt als de werkelijke roosterspanning de kritische overschrijdt, dus bij het snijpunt der krommen G en g. Aangezien dit steeds in de buurt van de top van G zal liggen, kunnen zich alleen toestanden instellen, waarbij tusschen twee opeenvolgende ontstekingen een geheel aantal perioden van de frequentie van V_S verloopen zijn. De frequentie van een aldus gesynchroniseerde relaxatietrilling zal zich derhalve op die van de dichtstbij-gelegen sub-harmonische (1/1, 1/2, 1/3 ...) van de opgedwongen netfrequentie instellen. Het is b.v. reeds voldoende, in de roosterkring een paar Volt wisselspanning van 50 per/sec te schakelen om de mogelijke frequenties voor relaxatietrillingen te beperken tot 50, 25, $16^2/_3$, $12^1/_2$, 10 per/sec, enz. Indien wij aan de capaciteit van C_1 verschillende waarden geven, waarbij de frequentie van de vrije relaxatietrilling in de buurt zou komen te liggen van deze sub-harmonischen der netfrequentie, dan gaat er iedere 2, 3, 4 ... perioden van het wisselstroomnet een stroomstoot door de weerstand r (fig. 5). De spanning op de weerstand r vertoont dan dus in combinatie met de batterijspanning $-V_g$ het in fig. 4 weergegeven verloop. De condensator C_3 en de regelweerstand R_3 (fig. 5) veroorloven de regeling van de phaseverschuiving tusschen netspanning en de roosterspanning van M_2 op een zoodanige wijze, dat de buis M_2 juist ontsteekt op dàt oogenblik, waarop de anode van M_1 positief wordt. Deze phaseverschuiving wordt eens voor altijd ingesteld.

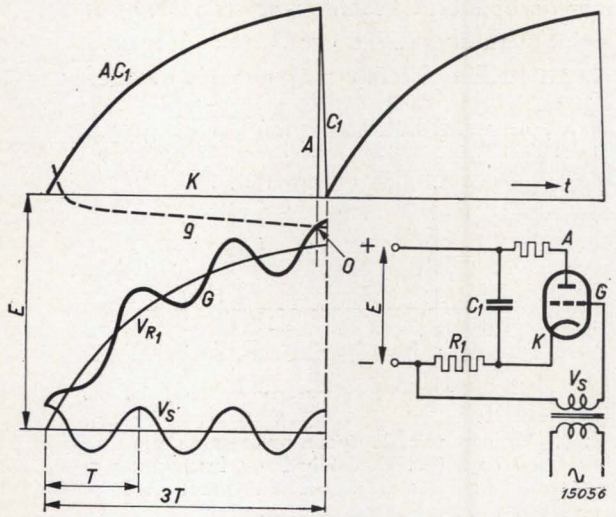


Fig. 6. Frequentiedeeling 1 : 3 door middel van een relaxatietrilling.

Door de klemmen 1 en 2 van fig. 5 te verbinden met de klemmen 1 en 2 van fig. 3 verkrijgen wij een schakeling, waarmee wij elke 2, 3, 4 ... perioden een stroomdoorgang gedurende één periode kunnen bewerkstelligen. In vele gevallen is een dergelijke tijdsduur voor de laschstroom te kort; men zou hem onder aanhouding van een geschikte onderbrekingsperiode naar behoefte willen kunnen verlengen tot 2, 3, 4 ... perioden van het net. Om dit doel te bereiken behoeft men slechts tusschen de ketens C en A van fig. 3 en fig. 5 een vertragingskring te schakelen, die de op het rooster van M_1 komende, positieve spanningsstoot tot de gewenschte tijdsduur verlengt. Een dergelijke stroomkring is in *fig. 7* geteekend: een condensator C_2, die parallel met de weerstand r (fig. 5) geschakeld is, wordt geladen op het oogenblik dat de buis M_2 ontsteekt en ontlaadt zich langzaam over de hooge weerstand R_2 (een snelle ontlading van C_2 over r wordt verhinderd door het ventiel V_2). Door de capaciteit C_2 of de weerstand R_2 te vergrooten kan men het interval, gedurende hetwelk het rooster van M_1 positief ten opzichte van de kathode blijft, willekeurig verlengen; aan dit interval beantwoordt echter het aantal perioden (x), gedurende hetwelk de laschstroom doorgaat. Het apparaat draagt dus twee regelknoppen, waarmede de capaciteiten C_1 en C_2 veranderd kunnen worden; met C_2 regelt men x en met C_1 de geheele cyclus x+y.

Laten wij nu tot het complete schema (fig. 2) terugkeeren, waarin wij de gedeelten, die in fig. 3, 5 en 7 zijn weergegeven, kunnen terugvinden. Zooals men ziet, zijn de batterijen uit deze laatste figuren vervangen door gelijkrichters (V_1 en V_3), die voor het vereffenen van de gelijkgerichte spanning van condensatoren voorzien zijn. Het apparaat is tegen de hooge spanning van de transformator T_2 éénerzijds beschermd, doordat de kathode van M_1 geaard is en anderzijds door de smeltveiligheid F en de edelgasveiligheid G (fig. 2).

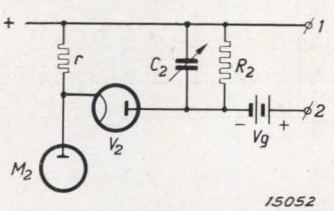


Fig. 7. Vertragingskring (vereenvoudigd; vgl. „B", fig. 2). Deze stroomkring, die bestaat uit een regelcondensator C_2, een weerstand R_2 en een gelijkrichter V_2, dient voor de verlenging van de duur van een laschstroomstoot.

Voor het geval van een kortsluiting tusschen rooster en anode der buis M_1 slaat de buis G door en de veiligheid F smelt, waardoor de verbinding met de verdere stroomkring onderbroken wordt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

De *fig. 8 en 9* zijn foto's van een uitgevoerd apparaat, zooals wij hier hebben beschreven. Aan

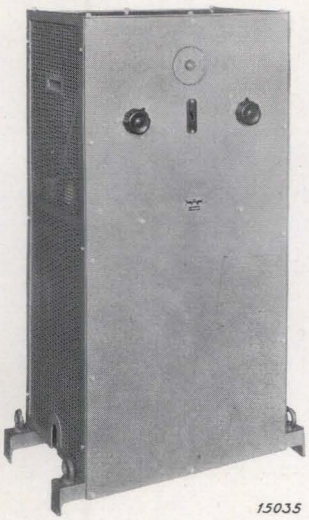


Fig. 8. Buitenaanzicht van het toestel. Links de knop, waarmee de totale cyclus (x + y) op 1 tot 75 perioden van het net ingesteld kan worden; rechts de knop voor de regeling van de duur van iedere stroomstoot (x); in het midden boven een controlelampje en beneden de schakelaar voor de hulpketens.

de voorkant bevinden zich de beide bovengenoemde regelknoppen. In het onderste gedeelte van de kast is de transformator T_2 ondergebracht, in het bovenste de relaisbuis M_1 en de hulpkringen. Een

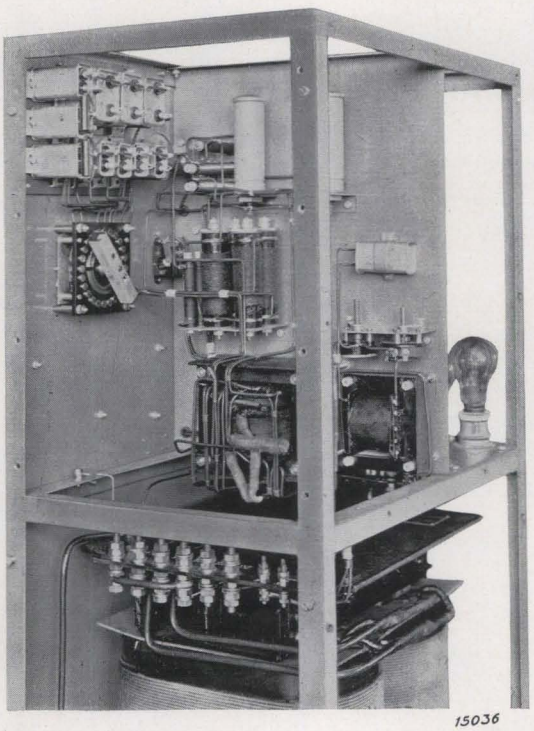
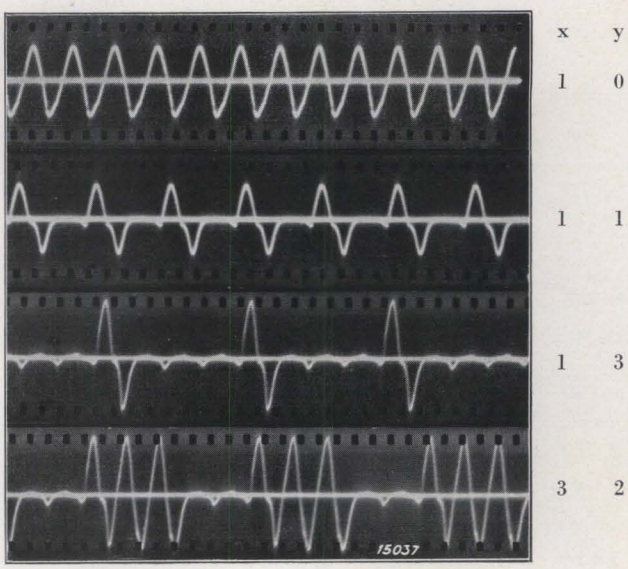


Fig. 9. Het inwendige van hetzelfde toestel. Beneden de vóórschakeltransformator T_2, links boven de condensatoren en één der aftakschakelaars. De buizen bevinden zich in het rechter gedeelte achter het tusschenschot.

paar oscillogrammen van de met dit apparaat verkregen primaire stroom zijn in *fig. 10* weergegeven. Men herkent duidelijk de volkomen periodiciteit der synchroon met het wisselstroomnet plaatsvindende onderbreking en sluiting van de stroom. De beelden geven ook een goede voorstelling van de verscheidenheid der mogelijke instellingen.



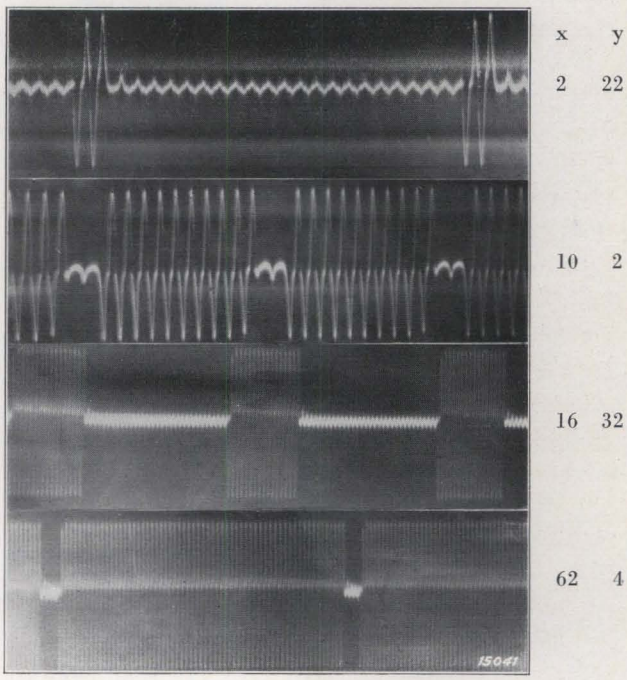


Fig. 10. Oscillogrammen van de primaire stroom: stroomdoorgang gedurende x perioden, stroomonderbreking gedurende y perioden.

Wij hopen hiermede uiteengezet te hebben, welke voordeelen boven mechanische schakelaars geboden worden door de relaisbuizen, die reeds een geheel veld van nieuwe mogelijkheden geopend hebben.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN EXPERIMENTEELE TELEVISIEZENDER EN -ONTVANGER

door J. VAN DER MARK.

Samenvatting. Naar aanleiding van de opstelling van een televisiezender in het Philips-laboratorium wordt een en ander medegedeeld omtrent het principe waarop de huidige televisie berust. Aan de hand van de hier uitgevoerde installatie worden het schema en de onderdeelen beschreven van een moderne televisie-zender en -ontvanger.

Het principe van de televisie

Het menschelijk oog is een zeer vernuftig apparaat. Men kan zijn werking ongeveer als volgt beschrijven: de ooglens werpt een beeld van de buitenwereld op het netvlies; dit bestaat uit een enorm groot aantal kleine lichtgevoelige elementen. Ieder elementje seint via zijn privé-zenuwvezel een mededeeling naar de hersenen over omtrent de helderheid, waardoor het geprikkeld wordt. Uit al deze mededeelingen bouwen de hersenen het waargenomen beeld op.

De natuur levert hier kant en klaar het principe van onze hedendaagsche televisie-techniek. Ook daar gaat men zóó te werk, dat het beeldvlak van het over te brengen beeld in een zeer groot aantal kleine vakjes (beeldpunten) verdeeld wordt (*fig. 1*). We geven ieder der vakjes een nummer. De helderheid van ieder vakje wordt in de volgorde van de nummers overgeseind naar de ontvanger. Hier is het beeldvlak precies op dezelfde manier als in de zender in vakjes met dezelfde nummering verdeeld; ieder vakje krijgt nu die helderheid, die voor zijn nummer overgeseind is. Zoo ontstaat in de ontvanger hetzelfde beeld als in de zender.

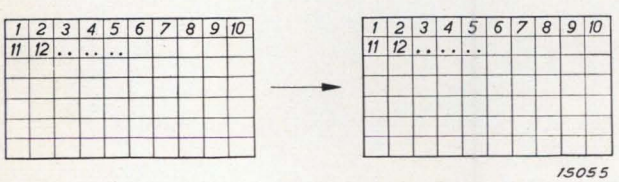


Fig. 1. Principe van de televisie: Het beeldvlak van het uit te zenden beeld wordt in zeer kleine vakjes verdeeld, die opeenvolgend genummerd worden. De helderheid van ieder vakje wordt overgeseind. Door in de ontvanger, waar het beeldvlak in soortgelijke vakjes verdeeld is, aan ieder vakje die helderheid te geven, welke voor zijn nummer overgeseind werd, verkrijgt men hetzelfde beeld als in de zender.

In het oog heeft ieder beeldelement in de zender (element van het netvlies) een aparte geleiding (zenuwvezel) naar de ontvanger (hersenen); de helderheden van alle punten worden tegelijkertijd overgeseind. In de televisie is dit natuurlijk praktisch niet uitvoerbaar; men heeft bij wijze van spreken slechts één geleider (nl. één draaggolf) voor alle beeldpunten en moet dus de afzonderlijke mededeelingen omtrent hun helderheden na elkaar doorseinen. Hierdoor wordt de televisie-techniek betrekkelijk ingewikkeld. Een kleine berekening zal dit duidelijk maken. Om een eenigszins behoorlijk beeld te verkrijgen moet een beeldvlak van 10 bij 12 cm in ongeveer 40000 beeldpunten worden verdeeld. Bij het overbrengen van bewegende beelden heeft men, evenals in de kinematografie, een voldoend groot aantal beelden per secunde noodig, minstens 25, om in het oog van den waarnemer een continue indruk voort te brengen. Er is dus slechts $^1/_{25}$ sec beschikbaar voor het overbrengen van één beeld, d.w.z. per secunde moeten de helderheden van $25 \times 40000 = 1$ millioen beeldpunten worden overgeseind[1]).

Het vertalen van het beeld in een gemoduleerde radiogolf. De verdeeling van het beeld in beeldpunten

Het verdeelen van het beeld in beeldpunten geschiedt praktisch, zoowel in de zender als in de ontvanger, met behulp van een „aftastende" electronenbundel in een kathodestraalbuis. Het punt, waarin de electronenbundel het beeldvlak treft, beschrijft een baan over het beeldvlak als in *fig. 2* voorgesteld. De baan bestaat uit een aantal dicht bij elkaar gelegen bijna horizontale lijnen, die het aftastpunt achtereenvolgens doorloopt. Aan het einde van een lijn gekomen springt het punt plotseling naar het begin van de volgende lijn, doorloopt deze evenzoo, enz. Is het punt aan het

[1]) Ter illustratie diene het volgende: reeds sinds eenige jaren bestaat de mogelijkheid der facsimile-telegrafie, d.i. het overbrengen van enkele beelden langs radiotelegrafische weg. Eén beeld wordt hierbij in eenige tientallen seconden overgebracht. Bij de Melbourne-race in October 1934 werd in Melbourne een film van de aankomst van den winnaar opgenomen en naar Londen geseind: het filmpje, dat dezelfde dag nog in de Londensche bioscopen vertoond werd, had een speeltijd van $^3/_4$ min; voor het overseinen waren ongeveer 6 uren noodig geweest. De televisie moet hetzelfde in $^3/_4$ minuut presteeren!

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

einde van de laatste lijn onderaan het beeld gekomen, dan springt het naar het begin van de eerste lijn terug en de cyclus begint opnieuw. Tijdens het aftasten neemt de electronenbundel nota van de in ieder beeldpunt aanwezige helderheid; dit wordt in de

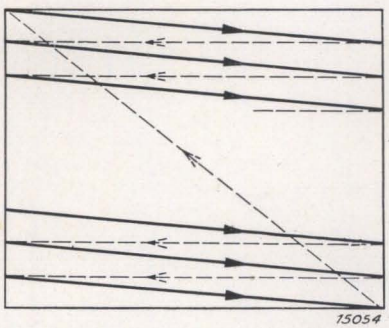


Fig. 2. De nummering in fig. 1 is vervangen door het beeld volgens een bepaald systeem „af te tasten". De hier geteekende baan van het aftast-punt bepaalt de volgorde waarin de beeldpunten aan de beurt komen.

volgende paragraaf beschreven. De aftastbeweging van de electronenbundel wordt verkregen door hem af te buigen met behulp van twee gesuperponeerde spanningen, die elk een zaagtandvormig tijdsdiagram hebben (*fig. 3*); de ééne (langzame) in verticale richting, met een frequentie gelijk aan het aantal beelden per secunde, de andere (snelle) in horizontale richting, met een frequentie gelijk aan het product van het aantal beelden per secunde en het aantal lijnen per beeld.

Ten einde het beeld in de ontvanger op analoge wijze uit de elementen op te bouwen als waarin het in de zender verdeeld werd, moet de electronenbundel in de kathodestraalbuis in de ontvanger op ieder oogenblik precies dezelfde stand ten opzichte van het beeldvlak innemen als de electronenbundel in de zender, d.w.z. de aftastbewegingen in zender en ontvanger moeten volkomen synchroon loopen. Dit wordt bereikt door middel van twee soorten synchroniseersignalen, die de zender aan het einde van iedere lijn resp. van ieder beeld uitzendt. Hierop komen we nog nader terug.

De modulatie van de helderheid bij het doorloopen van een der horizontale lijnen kan æquivalent gesteld worden met het verdeelen in een bepaald aantal elementen, welk aantal, bij gelijke fijnheid en gelijke lengte van het beeld in horizontale en verticale richting, gelijk moet zijn aan het aantal N der horizontale lijnen. Men neemt meestal rechthoekige beelden, met een verhouding 6 : 5 der zijden[2]). Het totaal aantal elementen in het beeld is dus 1,2 N^2. Het aantal over te seinen beeldelementen per secunde, dat de hoogste noodzakelijke modulatiefrequentie bepaalt van de radiogolf, die het beeld overbrengen moet, wordt bij 25 beelden per secunde dus 30 N^2. Men komt op deze wijze al spoedig tot zeer hooge frequenties. Neemt men nog

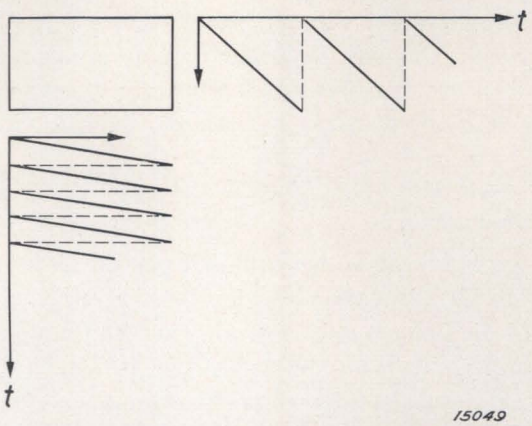


Fig. 3. Samenstelling der twee bewegingen van de aftastende electronenbundel. Een afbuigende spanning met zaagtandvormig tijdsdiagram brengt het doorloopen van één lijn tot stand (links), een soortgelijke, maar N maal (aantal lijnen per beeld) langzamer verloopende spanning (rechts) maakt, dat de bundel niet steeds dezelfde lijn, doch de N onderelkaar liggende lijnen doorloopt, om dan naar het beginpunt terug te springen.

in aanmerking, dat een wisselstroom van p per/sec op zichzelf al aan 2p wisselingen per secunde van licht en donker beantwoordt, zoodat de noodzakelijke modulatiefrequentie nog met een factor $^1/_2$ gereduceerd wordt, dan krijgt men bij 180 lijnen een hoogste modulatiefrequentie van 500000/sec, bij 450 lijnen 3 millioen/sec.

Zooals reeds werd aangeduid, worden de televisiesignalen, evenals de microfoonsignalen in de gewone omroep, overgebracht als modulatie op een draaggolf, wier frequentie aanzienlijk hooger moet zijn dan de modulatiefrequentie. Zoo komt men voor de noodzaak te staan, voor de televisie-uitzending een draaggolf te kiezen in het gebied van de ultrakorte golf, in de buurt van 7 tot 5 m.

De zeer korte golflengte brengt ook weer nadeelen met zich mede: deze radiogolven volgen, in tegenstelling met de omroepgolven van eenige 100 m golflengte, bij hun voortplanting niet het gekromde aardoppervlak; ze kunnen alleen ontvangen worden in een gebied, dat slechts weinig grooter is dan het gebied, waarin de zendantenne vanaf de ontvangantenne gezien kan worden[3]). Teneinde dit gebied zoo groot mogelijk te maken, is het noodzakelijk, de antenne op zoo hoog mogelijke masten te plaat-

[2]) Dit staat in verband met het bij de sprekende film gebruikelijke beeldformaat.

[3]) Men heeft deze golven thans, voor korte momenten, ook op grootere afstanden kunnen aantoonen, doch op zóó onregelmatige wijze, dat aan een betrouwbare overdracht op afstanden, veel grooter dan de (optische) horizon, niet te denken valt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

sen. Bij de zender in Eindhoven was het bestrijken van een groot gebied geen hoofdeisch, zoodat de antenne zich slechts op een hoogte van ca. 50 meter bevindt (een kleine mast boven op een van de apparatenfabrieken). De zender werkt op een golflengte van ca. 7 meter en heeft een topvermogen van ca. 400 Watt; hij is geschikt voor een hoogste modulatiefrequentie van ca. 3 millioen/sec, en kan dus televisiebeelden geven van de grootste thans bereikbare fijnheid.

Het omzetten van helderheden in spanningen door de iconoscoop

Hoe geschiedt nu het vertalen van de helderheid, die de electronenbundel bij het aftasten van het beeld in ieder punt aantreft, in een modulatiespanning? Het hiertoe gebruikte instrument, de door Zworykin uitgevonden „iconoscoop", heeft, als we weer aan de analogie met het mechanisme der gezichtswaarneming denken, de functie van het menschelijk oog.

Dit toestel (*fig. 4*) bestaat uit een kathodestraalbuis, waarin naast de gebruikelijke gloeikathode, anode en afbuigende systemen in het gedeelte K, in plaats van het fluoresceerende scherm een op speciale wijze geprepareerde fotoelectrische plaat P is aangebracht. Hierop wordt het over te seinen beeld geprojecteerd met behulp van een gewone fotografische lens. Het geheele apparaat, bestaande uit de iconoscoop en de aanbouw voor de projectie van het beeld op de plaat P, zouden we gevoegelijk een „televisie-camera" kunnen noemen. De plaat P, die als het „netvlies" van het oog van de zender beschouwd kan worden, bestaat uit een zeer dunne niet-geleidende plaat (zie fig. 4), die aan de belichte zijde gelijkmatig bedekt is met metaal-druppeltjes, die als eilanden van elkaar geïsoleerd zijn en waarvan het oppervlak fotoelectrisch gevoelig is. Het aantal van deze eilandjes is zoo groot, dat er verschillende op de doorsnede van de aftastende electronenbundel vallen. Aan de achterzijde is de isoleerende plaat bedekt met een doorloopende geleidende laag, die met de metaaleilandjes evenzooveel condensatortjes vormt en waarvan een stroom buiten de buis kan worden afgenomen.

Zoodra een eilandje door de aftastende electronenbundel getroffen wordt, neemt het uit deze een negatieve lading op tot een bepaald maximaal bedrag; het bijbehoorende condensatortje krijgt daarbij een zekere spanning. Nu gaat de bundel verder en zal eerst na aftasting van een geheel beeld weer tot dit eilandje terugkeeren. Inmiddels gaat echter het fotoelectrisch gevoelige eilandje onder den invloed van het daarop vallende licht fotoelectronen uitzenden; het verliest een gedeelte van zijn lading en wel evenredig met de helderheid van het beeld in het betreffende punt. Strijkt nu de aftastende electronenbundel er weer over heen,

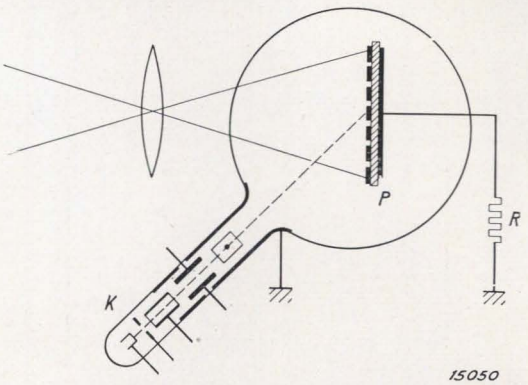


Fig. 4. De iconoscoop. In een kathodestraalbuis, die in het gedeelte K de gewone onderdeelen bevat (gloeikathode, anode en afbuigsystemen), is het fluoresceerend scherm vervangen door een op speciale wijze geprepareerde fotoelectrische plaat P (het „netvlies"), waarop het uit te zenden beeld geprojecteerd wordt.

dan vult het eilandje uit deze onmiddellijk zijn electronenverlies weer aan, tot hetzelfde maximale ladingsbedrag als voorheen. Naar het condensatortje vloeit dus op dit oogenblik van buiten een laadstroom, die evenredig is met de helderheid van het beeld in dit punt. Op de serieweerstand R (fig. 4) in de uitwendige stroomkring van de iconoscoop ontstaat dus een spanning, die op ieder oogenblik evenredig is met de helderheid der beeldpunten in de volgorde van de aftasting. Deze spanning wordt nu versterkt en dient ter modulatie van de uitgezonden draaggolf.

Het groote voordeel van de iconoscoop boven andere systemen, bijv. de schijf van Nipkow, is zijn groote gevoeligheid: waar anders de helderheid van ieder beeldpunt gemeten moest worden in de slechts zeer korte tijdsduur van het passeeren van het aftastpunt, kan bij de iconoscoop het licht in ieder punt gedurende de veel en veel langere tijd tusschen twee aftastingen zijn werking uitoefenen, die dan in de electrische lading van de eiland-condensatortjes wordt geaccumuleerd. Door deze enorme winst aan lichtsterkte is het pas mogelijk geworden, scènes met een normale buitenbelichting, zonder toepassing van zoeklichten enz. uit te zenden.

Voor het uitzenden van films moet men nog ietwat anders te werk gaan, aangezien in dat geval een bepaalde tijd beschikbaar moet zijn om de filmbeeldjes te verwisselen. Om de voor buitenscènes gebruikte televisie-camera zonder wijziging ook voor films te kunnen gebruiken, belicht men de film slechts gedurende de tijdsduur van het synchroniseersignaal aan het einde van elke beeld-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

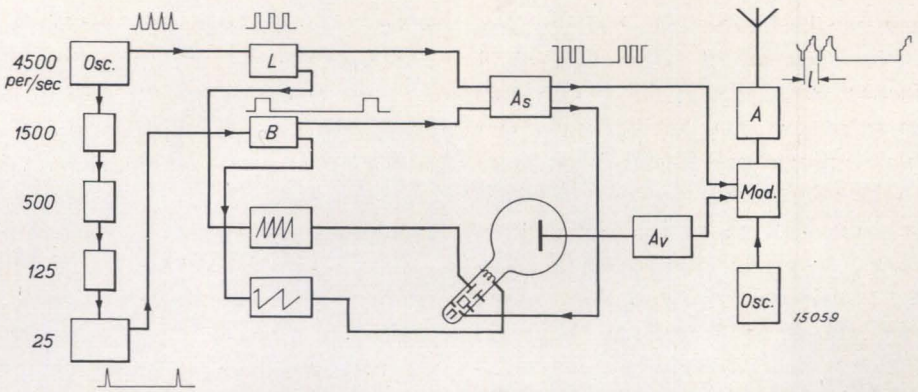


Fig. 5. Schema van de zender (vereenvoudigd). Links boven is de oscillator, die de lijnimpulsen van $25 \times 180 = 4500$ per sec. opwekt (bij 450 lijnen per beeld zouden dit $25 \times 450 = 11250$ per sec. moeten zijn). In de daaronder geteekende trappen wordt deze frequentie gedeeld, totdat de beeldfrequentie 25/sec is bereikt. Uit deze twee soorten van impulsen worden in de kringen L en B resp. de lijn- en beeld-synchroniseersignalen (rechthoekig spanningsverloop) gemaakt. Deze dienen eenerzijds voor het in de pas houden van de twee „zaagtand"- generatoren, die de electronenbundel van de iconoscoop besturen, anderzijds worden zij in As versterkt en ter modulatie gebruikt van de draaggolf (opgewekt met de oscillator rechts beneden). De door de iconoscoop geleverde spannings-variaties worden in de „videofrequentie"versterker Av versterkt en eveneens op de draaggolf gemoduleerd. A is de laatste versterker voor de reeds gemoduleerde draaggolf.

aftasting. Daar men hier de film naar behoefte ook sterker belichten kan, speelt de verkorting van de tijd waarin het licht werkzaam is geen belangrijke rol. Om dezelfde reden levert hier echter de iconoscoop ook niet zoo'n geprononceerd voordeel op.

De zender. De synchroniseersignalen

We zullen nu zeer in het kort het schema en de onderdeelen van de zender beschouwen. Allereerst moeten de spanningen opgewekt worden voor de synchrone aandrijving van de aftastbewegingen van de electronenbundel.

Een oscillator (links boven in het schema van *fig. 5*) wekt relaxatietrillingen van de lijnfrequentie op, d.w.z. 25 N per/sec (bij N = 180 dus 4500 per/sec). Deze frequentie wordt in eenige opeenvolgende trappen gedeeld, totdat de beeldfrequentie van 25/sec is verkregen. Het deelen van de frequentie kan bij relaxatietrillingen zeer gemakkelijk geschieden [4]).

Uit de verkregen lijn- en beeldimpulsen [5]), die nog niet het voor de synchroniseersignalen gewenschte spanningsverloop hebben, worden de synchroniseersignalen gemaakt, zooals deze op de uitgezonden draaggolf gemoduleerd moeten worden. De synchroniseersignalen zijn rechthoekige spanningsimpulsen van bepaalde tijdsduur. De duur van het synchroniseersignaal voor iedere lijn is ongeveer 5 % van de tijd, die voor het doorloopen van een lijn gebruikt wordt; het synchroniseersignaal voor ieder beeld neemt de tijd van enkele lijnen in beslag. Hierdoor gaat dus onderaan het beeld de breedte van enkele lijnen verloren; doch al hebben we dan slechts b.v. 171 in plaats van 180 lijnen in het zichtbare beeld, toch moeten we voor de berekening van de lijnfrequentie N = 180 nemen.

Besturing van de electronenbundel voor het aftasten

De twee soorten synchroniseersignalen besturen ieder een „zaagtandgenerator", die de reeds in fig. 3 geteekende te superponeeren bewegingen van de aftastende electronenbundel teweegbrengen. Een generator, die een zaagtandvormige spanning moet leveren, bestaat in hoofdzaak uit een condensator, die door een constante stroom wordt geladen (dit levert een lineair met de tijd aangroeiende spanning), en een ontladingsbuis, die door het betreffende synchroniseersignaal stroomdoorlatend wordt gemaakt en daardoor de condensator ontlaadt (de spanning zakt in zeer korte tijd tot nul). De verkregen spanning wordt aan het afbuigsysteem van de kathodestraalbuis gelegd en laat zoo de electronenbundel op de gewenschte wijze heen en weer loopen.

Terwijl bij toepassing van de schijf van Nipkow

[4]) De eigenschappen van de relaxatietrillingen, ook juist met het oog op frequentiedeeling, zijn reeds geruime tijd in dit laboratorium bestudeerd. Zie b.v. B. van der Pol en J. van der Mark: Physica **7**, 116, 1927 en Nature **120**, 363, 1927.

[5]) Bij uitzending van films moeten de frequenties van de verkregen lijn- en beeldimpulsen nog ten opzichte van de frequentie van het locale net vastgelegd worden, daar de filmprojector in het algemeen door een vanuit het net gevoede synchroonmotor wordt aangedreven: het beeldsynchroniseersignaal (belichtingsperiode!) moet immers steeds in het interval van stilstaan van de film vallen. Hier willen we op deze afzonderlijke synchronisatie niet nader ingaan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

het aantal lijnen per beeld eens voor al vastligt, daar het gelijk is aan het aantal gaten in de schijf, is het bij de iconoscoop vrij eenvoudig, eenzelfde zender geschikt te maken voor uitzendingen met verschillend aantal lijnen per beeld: men hoeft immers slechts door instelling van de zaagtandgeneratoren en van de synchroniseersignalen de snelheden der twee gesuperponeerde bewegingen van het aftastpunt te varieeren. Het ligt dan ook in de bedoeling, dit met de zender, die nu beproefd wordt, op den duur te doen, ten einde proefnemingen met de verschillende systemen te kunnen verrichten.

In de iconoscoop staat de fotoelectrische plaat (het beeldvlak) scheef ten opzichte van de electronenbundel om er het beeld loodrecht op te kunnen projecteeren (zie fig. 4). Daardoor zijn nog enkele correcties aan de gegenereerde zaagtandspanningen noodzakelijk om de electronenbundel het beeldvlak op de juiste wijze te doen aftasten.

Versterking van de modulatiespanning

De kleine spanningsvariaties die de iconoscoop levert moeten versterkt worden, alvorens men ze op de uitgezonden draaggolf moduleeren kan. De hiervoor bestemde „videofrequentie"-versterker (A_V in fig. 5) heeft een veel zwaardere taak te vervullen dan de gewone, voor geluidsweergave in de omroep gebruikte, „audiofrequentie"-versterker. In de televisie moet immers aan de ontvangzijde tenslotte het spanningsverloop precies dezelfde vorm hebben als oorspronkelijk, terwijl in de omroep, als we ons de geheele modulatiespanning in al haar opbouwende frequenties (haar „Fourierspectrum") ontleed denken, de verschillende frequenties gerust met een grootere of kleinere phase-verschuiving de luidspreker mogen bereiken: in de muziek hoort men geen phase-verschillen. In de televisie daarentegen zou een phase-verschuiving der opbouwende frequenties de vorm van het spanningsverloop, en daarmee het beeld bederven. Hieruit volgt de eisch, dat de looptijd, die elke frequentie voor het passeeren van de versterker noodig heeft, nauwkeurig dezelfde moet zijn. De frequenties, die daarbij in aanmerking komen, liggen tusschen enkele per/sec tot ruim 3 millioen per/sec, zooals reeds hierboven werd berekend! Ook dit is dus een eisch, die veel verder gaat dan bij omroepversterkers; daar komen geen hoogere modulatiefrequenties dan 10000 per/sec in aanmerking.

Door gebruik te maken van eenige speciale schakelingen is het mogelijk gebleken, de versterkers te laten voldoen aan de bovenstaande eischen, voor het geval van 25 beelden per secunde en 450 lijnen per beeld. De zoo versterkte spanningen worden nu samen met de afzonderlijk door A_S in fig. 5 versterkte synchroniseersignalen gebruikt om de draaggolf te moduleeren. Het uitgezonden signaal heeft een gedaante als in fig. 5 rechts boven is aangeduid; l komt overeen met één lijn van het beeld.

Behalve de hier beschreven onderdeelen bevat de zender nog eenige hulpapparaten, zooals oscillografen voor de controle van de „zaagtand"-spanningen, een ontvanger waarin de modulatiespanning nog gecontroleerd wordt door daaruit het uit te zenden beeld weer op te bouwen, enz. Het begeleidende geluid wordt over een aparte zender uitgezonden en wel op een naburige golflengte, waardoor een gemakkelijke afstemming van de ontvanger mogelijk wordt. Wij moeten ons ontzeggen, op het oogenblik nader hierop in te gaan.

De ontvanger

In de ontvanger (zie schema *fig. 6*) moet uit de signalen weer een beeld worden opgebouwd. Dit geschiedt in een kathodestraalbuis B, die we in gewijzigde vorm reeds bij de televisie-camera tegengekomen zijn; hier treedt ze in haar gewone, voor de kathodestraal-oscillografen gebruikelijke vorm op, dus met een fluoresceerend scherm F, waarop de electronenbundel als het ware het beeld schrijft. De electronenbundel wordt wederom door twee „zaagtand"-generatoren bestuurd, zooals we dit in de zender zagen; het lichtende punt op het fluoresceerende scherm beschrijft dus een baan, als in fig. 2 aangegeven. Tevens wordt de sterkte van het fluorescentielicht gevarieerd, doordat de sterkte van de electronenstraal met behulp van een stuurrooster (in functie overeenkomende met het rooster van een radio-lamp), waarop de ontvangen beeldsignalen gebracht worden, gemoduleerd

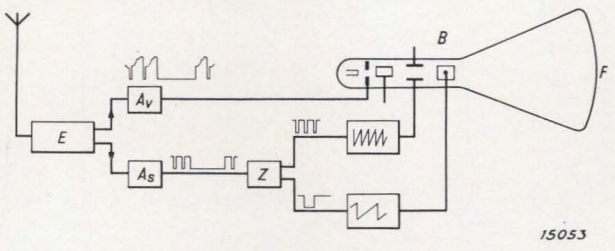


Fig. 6. Schema van de ontvanger. De in de ontvanger E opgenomen en gelijkgerichte televisie-signalen worden in de videofrequentieversterker A_V versterkt en op het stuurrooster van de kathode-straalbuis B gebracht, nadat in A_S de synchroniseersignalen door middel van hun bepaalde amplitude afgezonderd zijn. In de twee zeefkringen Z worden nog de (korte) lijn- en de (lange) beeld-synchroniseersignalen van elkaar gescheiden en aan de respectievelijke zaagtandgeneratoren voor het besturen van de electronenbundel toegevoerd. Op het fluorescentiescherm F ontstaat het beeld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

wordt volgens de helderheidsvariaties, die de aftastende electronenbundel in de zender op het beeld aanwezig vond. Zoo ontstaat dus op het fluoresceerend scherm weer hetzelfde beeld [6]).

De ontvangen signalen worden door een soortgelijke (videofrequentie) versterker (A_V) als in de zender versterkt. Zij bevatten ook de synchroniseersignalen, die hier de beweging van de electronenbundel in de pas moeten houden met die van de electronenbundel in de zender. Doordat deze signalen op zeer bepaalde wijze op de draaggolf zijn gemoduleerd, kunnen zij gescheiden worden van de beeldmodulatie in een versterker (A_S), die alleen op bepaalde amplitudes reageert. De zaagtand-beweging van de electronenbundel is evenals in de zender verkregen met behulp van oscillatoren, die de betreffende speciale vorm van relaxatietrillingen opwekken met een frequentie, die bij vrij trillen reeds in de buurt van de gewenschte ligt, en door de regelmatig aankomende synchroniseersignalen op het juiste rythme gecorrigeerd wordt. Door hierbij gebruik te maken van twee filterkringen (Z), waarvan de ééne alleen op korte, de ander alleen op lange spanningsstooten reageert, kan men de (korte) lijnsynchroniseersignalen van de (lange) beeldsynchroniseersignalen scheiden, en afzonderlijk aan de betreffende zaagtand-oscillatoren toevoeren.

Ontvangers, gebouwd volgens deze beginselen, zijn reeds voor eenige tijd in dit laboratorium ontwikkeld en hebben bevredigende resultaten opgeleverd. In *fig.* 7 zijn twee foto's van door televisie overgebracht beelden van 180 lijnen weergegeven, om de thans hier bereikte kwaliteit te demonstreeren.

[6]) Op de kathodestraalbuis zal binnenkort in dit tijdschrift in eenige afzonderlijke artikelen nader worden ingegaan.

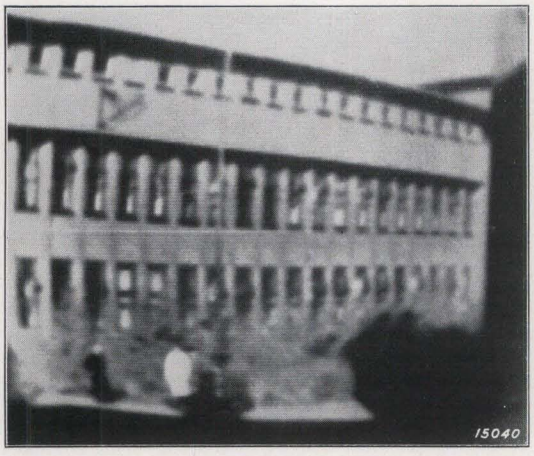


Fig. 7. Met de nieuwe installatie in dit laboratorium verkregen televisie-beelden (180 lijnen).

a) Een buitenscène (zonder kunstmatige verlichting). b) Een opname in de studio.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE INSTALLATIE VOOR GELUIDSDISTRIBUTIE AAN BOORD VAN DE „NORMANDIE"

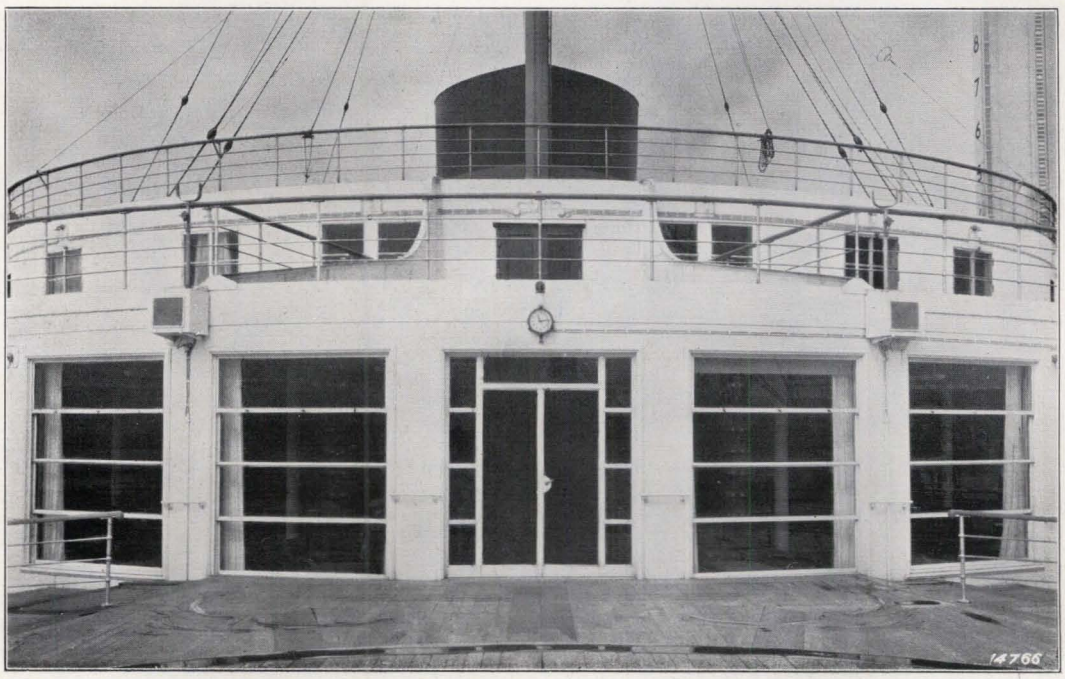


Fig. 1. Waterdicht ingebouwde luidsprekers op het voordek.

Installaties voor geluidsdistributie worden dank zij de verbeteringen die in de laatste jaren aan microfoon, versterker en luidspreker zijn aangebracht tegenwoordig in steeds grootere mate gebruikt om het gesproken woord natuurgetrouw versterkt weer te geven.

Ook op schepen vinden deze installaties thans toepassing. Voor de „Normandie" is door Philips Radio S.A. te Parijs een zeer omvangrijke installatie voor geluidsdistributie ontworpen en uitgevoerd. De beschrijving daarvan zal een indruk geven van hetgeen er op dit gebied tegenwoordig kan worden bereikt.

Over het geheele schip zijn 74 luidsprekers verdeeld. Op de dekken (*fig. 1*) zijn zij uitgevoerd met schermplaten die het binnendringen van zee- en regenwater onmogelijk maken, zonder het uittreden van het geluid te verhinderen.

In de salons zijn de luidsprekers zoo aangebracht, dat zij zoo weinig mogelijk opvallen. In de 1e klas salon zullen de meeste passagiers nauwelijks ontdekken, dat boven het wapen bij de ingang, een ronde plek van verguld weefsel de konus van een luidspreker verbergt (*fig. 2*). In de rooksalon 1e klas zijn de luidsprekers boven de verticale langs de wand loopende lichtornamenten aangebracht, achter een lamp (*fig. 3*), terwijl men in de serre de luidspreker onder de klok in de muur heeft ingebouwd (*fig. 4*). In de eetzaal zijn de luidsprekers onzichtbaar in de plafond-cassetten aangebracht. Overal waar bij het uitzenden van redevoeringen, enz. „acoustische terugkoppeling" zou kunnen ontstaan, doordat het uit de luidsprekers komende geluid zijnerzijds weer de microfoon beinvloedt, kunnen de hiervoor in aanmerking komende luidsprekers worden uitgeschakeld.

Deze installatie voor geluidsdistributie op de „Normandie" kan voor de volgende doeleinden gebruikt worden:

Verspreiding van de muziek van het scheepsorkest
Verspreiding van gramofoonplatenmuziek, incl. orgelplaten voor de kapel
Verspreiding van redevoeringen en mededeelingen
Verspreiding van programma's van de radio-omroep
Overbrenging van diensten in de kapel naar andere deelen van het schip
Overbrenging van orders van de brug naar de dekken, bij eventueel gevaar

Er bevinden zich microfoons in de kapel, in de eetzaal 1e klas, in de groote salon 1e klas, in de schouwburgzaal, in de grillroom en op de brug. Met deze laatste microfoon, die de voorrang heeft boven alle andere microfoons, kan de kapitein van de brug oogenblikkelijk de ca. 2000 passagiers bereiken. Veel sneller dan door schriftelijke berichten, die men op verschillende plaatsen van een schip pleegde aan te plakken,

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

kunnen nu vanaf de brug mondelinge mededeelingen betreffende de landing, eventueele vertraging, feestelijkheden, enz. aan alle passagiers gedaan worden. Daar zich ook op het bootendek luidsprekers bevinden, kunnen aldaar bij bootmanoeuvres eveneens instructies worden gegeven.

Doet zich bij godsdienstoefeningen het geval voor, dat de ruimte in de kapel onvoldoende is, dan blijven bijv. de passagiers van de touristenklasse in hun salon. De luidsprekers aldaar worden dan via één der versterkers verbonden met de microfoon in de kapel.

Daar de schouwburgzaal met 400 zitplaatsen slechts een deel der eerste klasse passagiers kan bevatten, heeft men ook de mogelijkheid voorzien, tooneelstukken, solistenconcerten en andere artistieke programma's voor de overige passagiers uit te zenden.

Fig. 2. Salon I. klas, met boven de deur ingebouwde luidspreker.

Voor de microfoons in de eetzaal en de grillroom (tevens danszaal) speelt afwisselend het scheepsorkest.

Voor het spelen van gramofoonplaten dient een dubbele draaitafel, waarbij door cardanische ophanging van motor en draaitafel ervoor gezorgd is, dat de platen niettegenstaande de bewegingen van het schip horizontaal blijven draaien.

In het belang van de grootst mogelijke bedrijfszekerheid zijn alle belangrijke onderdeelen, zooals de versterkers en de gelijkstroom-wisselstroomomvormers van 3 kW, in tweevoud uitgevoerd. Naast de twee hoofdversterkers, elk van 350 W nuttig vermogen, die door uitschakelen van twee

Fig. 3. Rooksalon I. klas, de luidsprekers zijn ingebouwd boven de lichtornamenten aan de wand.

der vier eindlampen met halve kracht, d.w.z. met 175 W kunnen werken, staan nog twee kleinere versterkers van 20 W ter beschikking.

De 74 luidsprekers van 6, 10 en 20 W nemen bij volle belasting 680 W op. De luidsprekers zullen in den regel niet alle ingeschakeld zijn, of niet alle op volle kracht werken (het geluidsvolume van elke luidspreker kan n.l. ter plaatse geregeld worden), zoodat men dan met een kleiner versterkervermogen, bijv. 350 + 175 W of 350 W alleen kan volstaan. Voor een uitzending uit de kapel naar enkele luidsprekers in één der toeristensalons of derde klas salons is één der 20 W versterkers voldoende. Via een schakelbord in de geluidscentrale (zie c in *fig. 5*) kunnen de 40 uitgaande luidsprekerleidingen op verschillende wijze met de vier versterkers (*fig. 5*, b, d en e) worden verbonden.

Fig. 6 stelt een vereenvoudigd schema van de installatie op de „Normandie" voor.

Alle versterkers hebben een maximale uitgangsspanning van 100 V bij volle belasting. De electrodynamische luidsprekers, wier konusspoeltjes voor een veel lagere spanning moeten worden gebouwd, zijn van transformatoren voorzien, zoodanig dat zij bij aansluiting op de bedrijfsspanning van 100 V volbelast zijn.

Tengevolge van deze relatief hooge spanning is de in de verbindingsleidingen optredende stroomsterkte gering. Niettegenstaande de aanzienlijke lengte van vele leidingen op dit groote schip blijft

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

het spanningsverlies dus binnen de toelaatbare grenzen.

Van de keuze van een nog hoogere spanning werd afgezien om veiligheidsredenen en ook teneinde te vermijden, dat de capaciteit van het uitgaan tot een net van constante spanning, waarop slechts toestellen voor dezelfde spanning parallel aangesloten worden.

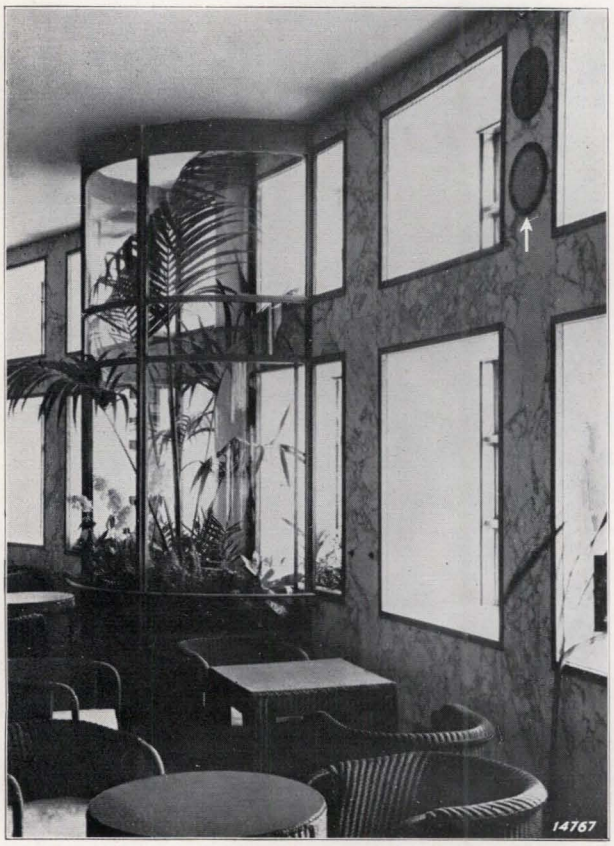


Fig. 4. Serre met ingebouwde luidspreker (onder de klok).

gebreide kabelnet een ongunstigen invloed zou kunnen uitoefenen op de kwaliteit van het geluid.

Bij de aansluiting van één of meer luidsprekers aan een versterker moet men van de grondgedachte uitgaan, dat het nominale verbruik van deze luidsprekers gelijk is aan het nominale vermogen van de versterker, en dat de impedantie van de gezamenlijke luidsprekers zoodanig moet zijn, dat zij ook werkelijk het vermogen van de versterker opnemen. Voor deze aanpassing kan een aantal aftakkingen op de secundaire wikkeling van de uitgangstransformator van nut zijn. Daar de in de handel voorkomende luidsprekers zeer uiteenloopende impedantie's hebben, kan het zeer moeilijk en zelfs onmogelijk zijn door serie- en/of parallelschakeling van luidsprekers de gewenschte impedantie te verkrijgen. Groote aantallen luidsprekers worden soms in serie geschakeld om groote stroomsterkten en spanningsverliezen te vermijden. In de sterkstroomtechniek heeft men dergelijke gecompliceerde schakelingen allang verlaten, om over te

Dit voorbeeld is nu door Philips voor installaties voor geluidsdistributie gevolgd. De versterkers leveren bij volle besturing (d.w.z. bij de maximaal toelaatbare spanning van het te versterken signaal) en bij volle belasting een spanning van 100 V. De luidsprekers zijn. zooals reeds werd vermeld, voorzien van transformatoren met een zoodanige transformatieverhouding, dat zij bij aansluiting op een spanning van 100 V het nominaal vermogen opnemen, waarvoor zij werden geconstrueerd.

Bij dit systeem behoeft men niet de reciproke waarden der impedantie van de luidsprekers, die de belasting vormen, bij elkaar te tellen teneinde de totale impedantie te berekenen, die voor de juiste aanpassing van belang is. De vraag naar de juiste aanpassing wordt nu op eenvoudige wijze beantwoord. Wanneer men er slechts voor zorgt, dat het totale nominale verbruik der luidsprekers, die elk op zichzelf van uiteenloopend nominaal verbruik mogen zijn, gelijk is aan het nominale vermogen van de versterker, heeft men reeds de zekerheid dat de versterker inderdaad dat vermogen zal afgeven.

Een kleine overschrijding van dit nominale vermogen van de versterker door het nominale verbruik der luidsprekers zal nog niet tengevolge

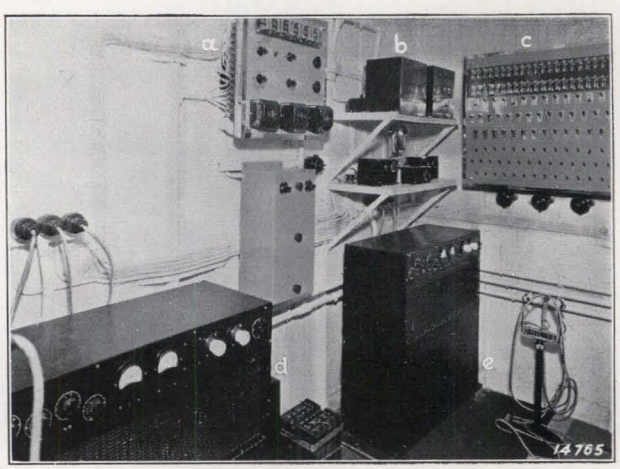


Fig. 5. Centrale voor geluidsdistributie.

a Schakelbord der microfoonleidingen.
b Twee 20 W versterkers, daaronder aanpassingskastjes.
c Schakelbord der luidsprekerleidingen.
d en e Twee 350 W versterkers.

hebben, dat het afgegeven vermogen van den versterker merkbaar daalt. Een belangrijke overbelasting van den versterker is echter ongewenscht, omdat o.a. de dan optredende daling van de span-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ning dikwijls gepaard zal gaan met een toename van de stroomsterkte, die op den duur schade

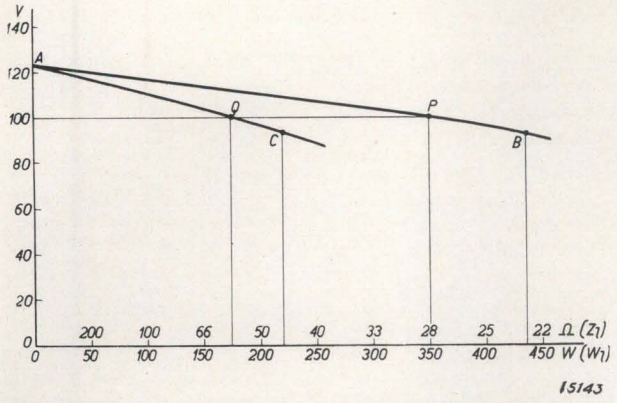


Fig. 7. Spanningskrommen van de versterker, als functie van het aangesloten nominaal luidsprekervermogen.
De lijn A-B geldt voor de 350 Watt versterker, de lijn A-C geldt voor de versterker, geschakeld voor afgifte van het halve vermogen.

aan de eindlampen kan veroorzaken.

Een geringere belasting dan de normale brengt daarentegen geen bezwaren met zich mede, zoolang de spanning niet zoover oploopt, dat de luidsprekers overbelast worden.

Voor dergelijke installaties, waarbij een wisselende belasting kan optreden is het noodig, dat de uitgangsspanning weinig afhankelijk is van de aangesloten belasting. Bij de Philips 350 W versterker is zulks het geval, hetgeen kan blijken uit *fig.* 7, die de spanning voorstelt als functie van het aangesloten luidsprekervermogen.

Onbelast stijgt de spanning niet hooger dan 123 Volt. Deze spanning brengt voor de Philips luidsprekers nog geen gevaar met zich mede.

Overigens zal het praktisch niet voorkomen dat slechts één enkele luidspreker op de 350 W versterker is aangesloten, terwijl de hierdoor veroorzaakte overbelasting van de luidspreker slechts op zou treden tijdens de krachtigste passages van de weer te geven muziek.

De maximaal toelaatbare belasting van de versterker is in fig. 7 aangegeven door punt B resp. C.

Bewerkt door N. A. HALBERTSMA.

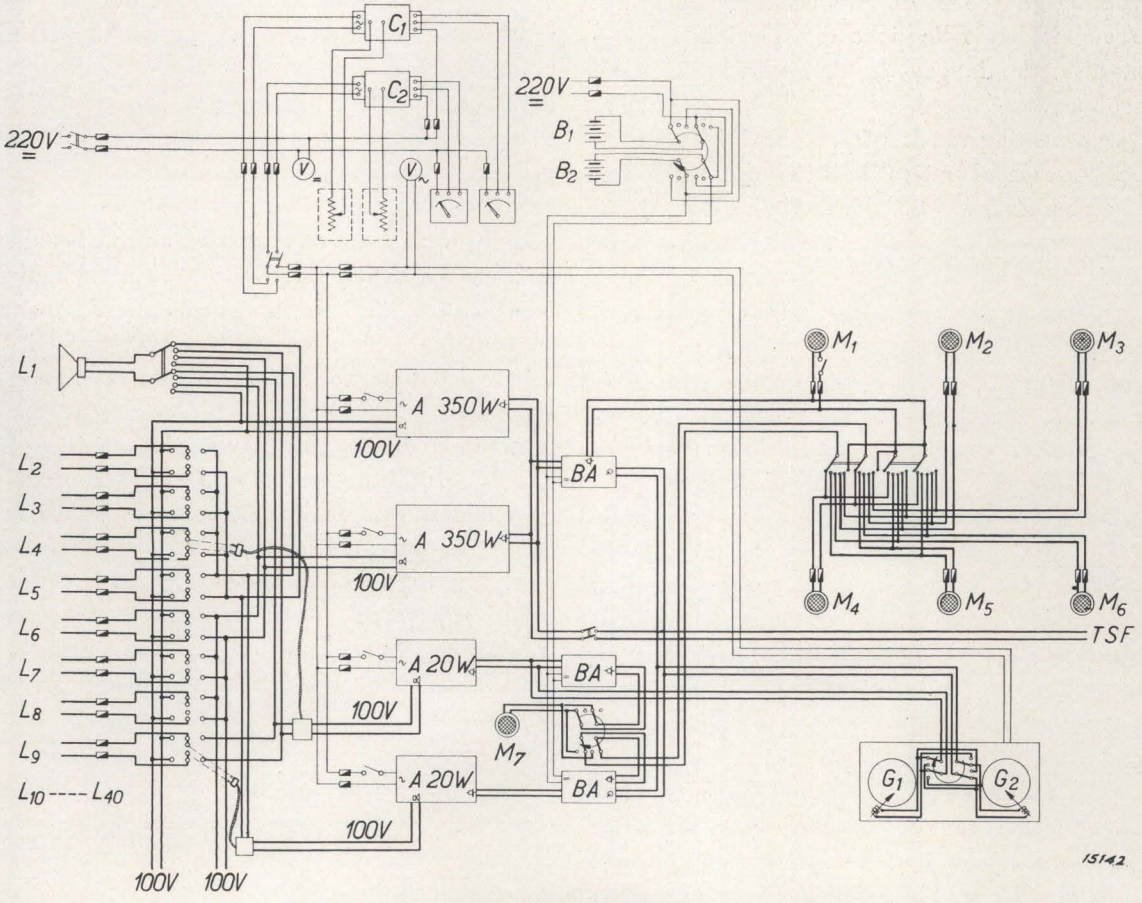


Fig. 6. Principeschema van de installatie voor geluidsdistributie.

A Versterkers
B Aanpassingskastjes
B Microfoonbatterijen
C Omvormers
G Draaitafels
L Luidspreker, resp. luidsprekergroep
M Microfoons
V Voltmeters

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

HOE SMELT EEN LASCHSTAAF AF?

door J. SACK

Vraagt men een electrisch lasscher, wat hij van laschstaaf A of B denkt, dan krijgt men te hooren, dat bijvoorbeeld „A prettiger lascht dan B". Dit prettig of gemakkelijk lasschen hangt nauw samen met het mechanisme van het afsmelten. Dit artikel heeft niet de pretentie dit mechanisme te ontsluieren, immers heel veel is nog onbekend en vormt een gebied van intens onderzoek. Het wenscht alleen een overzicht te geven van eenige der bestaande methoden van onderzoek van het probleem.

Met het b l o o t e o o g, beschermd door laschglazen, is de overgang van het materiaal in de laschboog niet in details te volgen. Slechts bij laschstaven, die langzaam en met groote druppel afsmelten, is globaal iets waar te nemen van de druppelvorming. Men ziet de druppel groeien en op het oogenblik van in contact komen met het vloeibare metaal van de poel, gaat hij daarin over. Zeer hinderlijk voor de waarneming met het bloote oog is het felle licht der gloeiende booggassen, alsmede de gas- en dampstroomingen bij de laschboog.

De waarneming wordt vergemakkelijkt door de laschboog vergroot af te beelden op een p r o j e c t i e s c h e r m. Dit doet C r e e d y [1]) in zijn onderzoekingen omtrent de electromagnetische krachten, die bij de druppelvorming werken. Door een uiterst geringe laschstroom te gebruiken kan de snelheid van de druppelvorming zóó sterk verlaagd worden, dat het proces op het scherm te volgen is. De verschijnselen bij zeer lage stroomsterkte van b.v. 5 A zijn echter in wezen verschillend van die bij normale stroomsterkte, b.v. 150 A. In het eerste geval verlaat de druppel de laschstaaf als een waterdruppel de kraan, in het tweede geval verdwijnt de druppel plotseling met zeer groote snelheid, hetgeen met een min of meer scherpe knal gepaard gaat. De proeven van C r e e d y zijn met blanke laschstaven genomen.

Een groote verbetering is het vastleggen van het laschgebeuren op de film, speciaal op de v e r t r a a g d e f i l m. Werkt men met normaal filmmateriaal, dan is van de materiaalovergang niets te zien, doordat juist het ons interesseerende deel geheel en al door de lichtboog overstraald wordt. De Chicago Steel & Wire Co [2]) gebruikte daarom een speciale infraroodgevoelige film achter filters die praktisch alléén de infraroode warmtestralen doorlieten. Deze stralen, afkomstig van de gloeiende deelen en gloeiende gassen, kunnen de dampwolk doordringen, die de laschboog omgeeft. Men nam op met 60 beeldjes per seconde, hetgeen bij het projecteeren met 20 beelden per sec. neerkomt op een drievoudige verlangzaming. Voor de eerste maal was de materiaalovergang op de film vastgelegd. Deze proeven strekten zich uit over allerlei laschstaven, zoowel blanke als bekleede. Speciaal werd de invloed van de chemische samenstelling en de physische constitutie van draad en van omhulling onderzocht.

Iets later werd ook in Duitschland de laschboog gefilmd door H i l p e r t [3]) met een toestel van T h u n, waarmede 800 beelden per sec. opgenomen konden worden, overeenkomende met een 40-voudige vertraging. Men liet echter na speciale maatregelen te nemen, zooals bij de Amerikaansche opnamen, met het gevolg, dat de straling van de laschboog zóó sterk domineerde, dat van de druppelovergang niet veel te volgen was. Toch hebben deze opnamen hun nut gehad. Men constateerde dat de lichtboog, ook bij 40-voudige vertraging, uiterst snel heen en weer danste. Het aantal beeldjes per sec. werd daarom opgevoerd tot maximaal 4000, terwijl niet de boog afgebeeld werd, maar een schaduwbeeld van boog en omgeving. Dit werd verkregen door bestraling van de laschboog door een sterkere lichtbron. Met dit procédé werd de materiaalovergang bij blanke laschstaven bestudeerd. Gelijktijdig met de film werd een oscillogram opgenomen van de laschstroom, de laschspanning en een wisselstroomspanning van 50 per/sec (voor de tijdmeting). Aan opnamen met ca. 1600 tot 2400 beeldjes per sec., overeenkomende met een vertraging tot het 120-voudige, werd geconstateerd het bestaan van twee soorten van druppelovergang, nl.: een draadvormige, overeenkomende met een gietproces uit de laschstaaf op het werkstuk, en een paddestoelvormige, waarbij een zeer dikke onregelmatig gevormde druppel heen en weer danst, die een weerstand schijnt te toonen om zich met het werkstuk te versmelten.

[1]) F. C r e e d y, R. O. L e r c h, P. W. S e a l, E. P. S o r d o n: Forces of electric origin in the iron arc. (Abstract A. I. E. E. Paper Nr. 32—41). Electrical Engineering **51**, 49, 1932.

[2]) K. B u n g: Der Werkstoffübergang im elektrischen Schweisslichtbogen. Zeitschrift des V.D.I. **72**, 750, 1928.

[3]) A. H i l p e r t: Werkstoffübergang im Schweisslichtbogen. Zeitschrift des V.D.I. **73**, 798, 1929.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Cinematografische schaduwbeelden zijn ook opgenomen aan dikbekleede laschstaven, b.v. door L. B u l l [4]) waarbij met 60 à 80 beelden per sec. het overvliegen van ronde druppels werd geconstateerd, zonder dat kortsluiting werd veroorzaakt. Dit in tegenstelling met de blanke of dunbekleede laschstaven, waar de druppelovergang kortsluiting veroorzaakt. De opnamen werden met zonlicht gemaakt. Door een heliostaat werden de krachtige zonnestralen gericht naar het te fotografeeren voorwerp.

Wij zullen nu afstappen van de directe methoden en overgaan tot de i n d i r e c t e methoden. Als zoodanig komt in de eerste plaats in aanmerking de reeds genoemde oscillografische opname van laschstroom en laschspanning, dus stroom en spanning als functie van de tijd. Kortsluiting door druppelovergang teekent zich af door een val van de spanning op bijna nul en een stijging van de stroom tot zijn kortsluitwaarde. In eerste instantie lezen wij uit de oscillogrammen af, wanneer kortsluiting optreedt en hoe lang die duurt. Deze gegevens zijn niet slechts van waarde voor de beoordeeling van laschstaven, maar meer nog voor die der laschaggregaten in hun geheel. Men trekt daartoe uit de oscillogrammen conclusies omtrent de grootte der stroomstooten en de snelheid van aanpassing van het laschapparaat aan de variaties in de booglengte.

Zooals wij zooeven zagen, is in de oscillogrammen te zien, dat er in het algemeen gesproken twee perioden te onderscheiden zijn:

1e. de boogperiode B, gedurende welke de boog brandt;

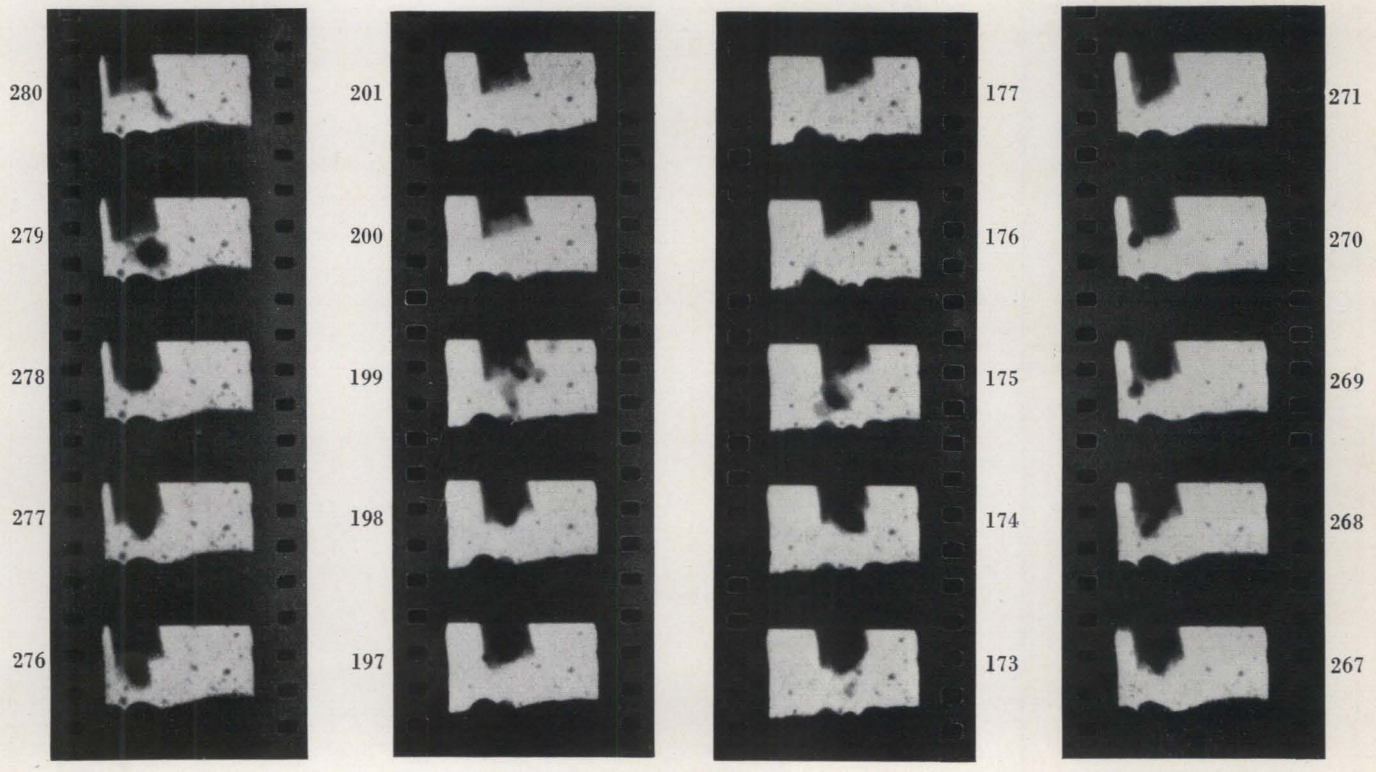
2e. de kortsluitperiode K.

Is de totale duur van de druppelperiode gelijk T (dus T = B + K), dan kan men vragen naar de verhouding B : T of K : T, en wel gemiddeld over de tijd of als functie van de tijd. Een schakeling, waarbij een meter direct de verhouding B : T aanwijst en opteekent, is toegepast door F l a m m [5]) en later door B e l a R o n a y [6]), die zijn toestel een arcronograaf noemde. Er is gebleken, dat voor een dikbekleede electrode de

[4]) Vgl. M. L e b r u n: La soudure électrique à l'arc et ses applications (1931), p. 39 tot 44.

[5]) P. F l a m m: Messmethoden und Messungen bei der elektrischen Lichtbogenschweissung. Die Elektroschweissung **3**, 50, 1932.

[6]) B e l a R o n a y: Evolution of the Arcronograph. J. Amer. Soc. Nav. Eng. **46**, 285, 1934.



Filmstrookjes opgenomen met de Röntgencinematograaf (zie blz. 29)
De opeenvolging der beelden is steeds van beneden naar boven.

Fig. 1. Druppel-overgang. Druppel is met slak bekleed.
Fig. 2. Het smeltpunt van de metalen kern en het smelttraject van de bekleeding moeten zoodanig aan elkaar aangepast zijn, dat er bij het lasschen een „kelk" (zie fig. 10) gevormd wordt.
Fig. 3. Na insnoering (beeld 173) ontstaat een slurfvormige druppel (beeld 174), die heen en weer danst (beeld 175) en tenslotte op het werkstuk terechtkomt (beeld 176).
Fig. 4. Een metaaldruppeltje wordt naar de laschstaaf teruggeslingerd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

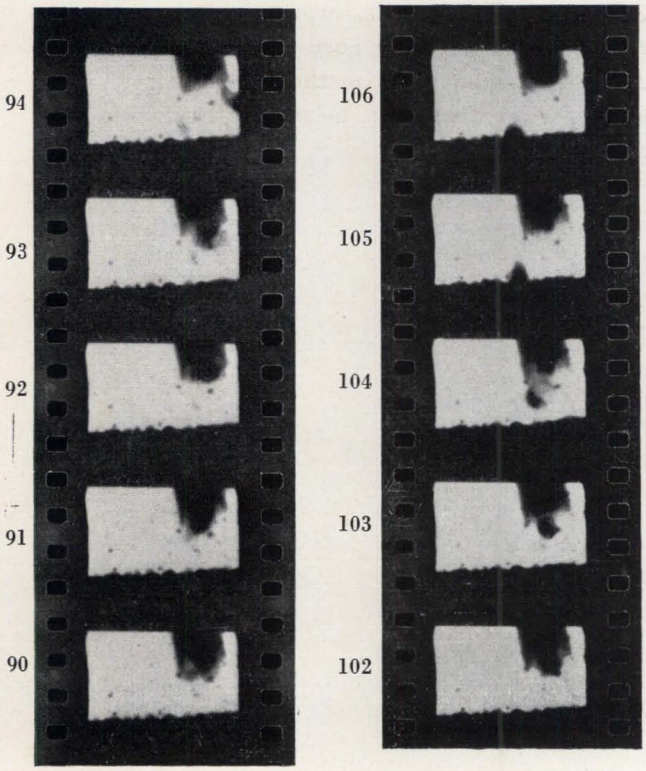


Fig. 5. Gasholte in de slak (beeld 90). 0,02 sec later is de gasblaas gesprongen (beeld 91). In beelden 92 en 93 schijnt de slak de metaaldruppel af te snoeren.
Fig. 6. Een met slak bekleed druppeltje valt van de laschstaaf. Gedurende zijn val vindt een inwendige explosie in de druppel plaats (beeld 104).

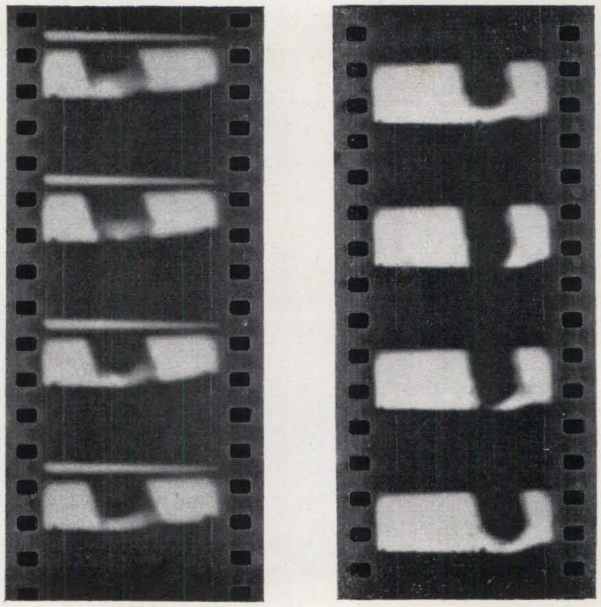


Fig. 7. $12^1/_2$ beelden per sec. Langs de geheele omtrek van de kelk smelt de bekleeding in druppeltjes af. Weinig contrast tusschen kern en bekleeding.

Fig. 8. $12^1/_2$ beelden per sec. Dunbekleede laschstaaf. Druppel zakt uit en maakt kortsluiting. Het gesmolten metaal vloeit grootendeels in de poel over.

verhouding B : T practisch gelijk 1 is, d.w.z. er is dan geen sprake van kortsluiting door de overgaande druppel. Dit is in overeenstemming met de filmopnamen van Bull.

Tenslotte moeten nog vermeld worden de proeven, die noch tot de directe, noch tot de indirecte gerekend kunnen worden. Zij kunnen het best samengevat worden onder de naam modelproeven. Men maakt een model, een nabootsing van dat deel van het laschgebeuren, waarvoor men speciaal belangstelling heeft. Een typisch voorbeeld vormen de proeven van Flamm [7]), die aan olie de druppelvorming en -overgang en de capillaire krachten, die hierbij werken, onderzocht. Uit zijn proeven trok hij conclusies voor de materiaalovergang bij het lasschen.

Verder moeten de proeven van Doan [8]) en zijn medewerkers, waarbij op een bewegende band gelascht werd om zoodoende de druppels gescheiden van elkaar op te vangen, tot de categorie van modelproeven gerekend worden, evenals de bovengenoemde proeven waarbij ter verlaging der druppelfrequentie met extreem lage stroomen gewerkt is [1]), en de proeven van Ronay [6]), waarbij de laschstaaf op kool gesmolten werd.

In het Philips laboratorium [9]) is een procédé uitgewerkt om de materiaalovergang Röntgen-

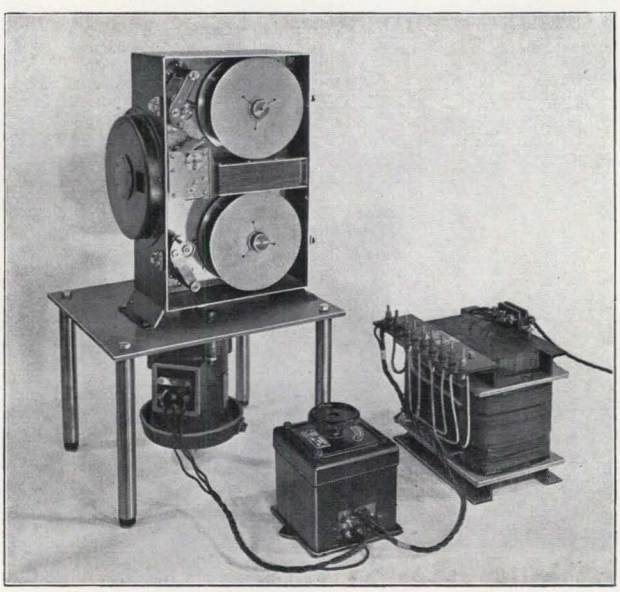


Fig. 9. Röntgencinematograaf voor 50 beelden per sec. met afgenomen deksel.

[7]) P. Flamm: Die elektrische Lichtbogenschweissung als Kapillarvorgang. Die Schmelzschweissung **9**, 105 en 162, 1930.

[8]) Gilbert E. Doan en J. Murray Weed: Metal disposition in electric arc welding. Electrical Engineering **51**, 852, 1932.

[9]) J. Sack: The Iron and Steel Institute. Symposium on the welding of iron and steel, Londen 1935, Dl. **2**, blz. 553.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

cinematografisch vast te leggen. Dit is dus een directe methode, waarbij het laschgebeuren

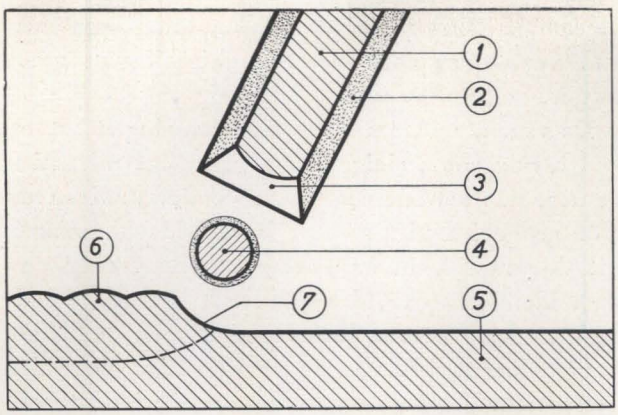


Fig. 10. Schematische voorstelling van de overgang van een druppel van laschstaaf naar werkstuk (doorsnede):
1 kern, 2 bekleeding van de laschstaaf, 3 kelk, 4 druppel met slak bekleed, 5 werkstuk, 6 rups, 7 poel.

met behulp van Röntgenstralen geprojecteerd wordt op een speciale Röntgengevoelige film. Bij geschikte keuze van de buisspanning is op de afbeelding de bekleeding goed te onderscheiden van de kern, zoodat deze methode speciaal voor de bekleede laschstaaf van belang is. Doch ook voor de blanke laschstaaf bezit deze methode voordeelen, in zooverre namelijk, dat de gas- en nevelwolken om de laschboog bij de gebruikte hardheid der Röntgenstralen geheel doordringbaar zijn en niet op de film afgebeeld worden. Hierdoor wint de opname aan duidelijkheid.

De eerste opnamen zijn gemaakt met behulp van een eenvoudig amateur-filmtoestel, dat geschikt gemaakt werd voor Röntgenopnamen. Met dit apparaat konden $12^1/_2$ beelden per sec. verkregen worden op een met Röntgenemulsie begoten film. De volgende opnamen zijn gemaakt met een speciaal hiertoe geconstrueerde Röntgen-cinematograaf (zie *fig. 9*), voor 50 beelden per sec. (vertraagde film).

Fig. 10 geeft een schematische voorstelling, de *fig. 1—8* geven reproducties van eenige typische toestanden gedurende de druppelovergang.

PRACTISCHE TOEPASSINGEN VAN RÖNTGENOGRAFISCH MATERIAALONDERZOEK [1])

I.

door W. G. BURGERS.

Ter inleiding

Voor een succesvolle toepassing van de Röntgenstralen voor technisch materiaalonderzoek heeft men bij lange na niet over een zóó uitgebreide theoretische kennis van de wetten der kristallografie en der physica te beschikken, als voor een diepergaand wetenschappelijk onderzoek noodzakelijk is. De Röntgenstralen vormen daarom voor het materiaalonderzoek een zeer te appreciëeren hulpmiddel, waarmee men gemakkelijk uitsluitsel kan verkrijgen in gevallen, die voor andere proeftechnieken te „ondoorzichtig" zijn; in moderne laboratoria is voor onderzoekingen, die zich met de structuur van de materie bezighouden, een toestel voor de opname van Röntgenbuigingsbeelden heden haast even onmisbaar als de microscoop.

Vanzelfsprekend is voor het onderzoek een goede apparatuur vereischt, te weten: hoogspanningsgenerator, Röntgenbuis en Röntgencamera. In de laatste jaren zijn Röntgenbuigingstoestellen geconstrueerd, die praktisch niet moeilijker te hanteeren zijn dan de zoojuist aangehaalde microscoop. De onderstaande foto (*fig. 1*) laat het toestel zien, waarmee in het Philips laboratorium de buigingsdiagrammen worden opgenomen. Het apparaat beslaat een grondvlak van 25 cm diameter en is 75 cm hoog. Het wordt op het gewone wisselstroomnet aangesloten.

De wijze van werken met het toestel is in het algemeen zeer eenvoudig. De eigenlijke opnamecamera is in wezen niets anders dan een cylindervormige doos, waarin de fotografische film tegen de binnenwand met veeren is vastgedrukt (in fig. 1 zijn twee camera's aan weerszijden der Röntgenbuis zichtbaar); *fig. 2* geeft de opstelling schematisch weer. In het midden van het deksel der camera bevindt zich de om zijn as draaibare preparaathouder, aan het uiteinde waarvan het preparaat P vastgeklemd kan worden. Zoo moge-

[1]) In deze rubriek worden alleen toepassingen van de z.g. interferentiemethode besproken, welke op de verstrooiing der Röntgenstralen door de atomen der bestraalde stoffen berust. De absorptiemethode, welke de aanwezigheid van materiaalfouten e.d. in het inwendige van werkstukken kan aantoonen, tengevolge van verschillen in de absorptie van de straling, blijft hier buiten beschouwing.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

lijk wordt de te onderzoeken stof in poedervorm gebracht en een weinig hiervan in een dunwandige glazen capillair gedaan (diameter ongeveer 1 mm). Enkele tiende deelen van een gram zijn voldoende; de kleine benoodigde hoeveelheid is juist een groot voordeel van het Röntgenonderzoek.

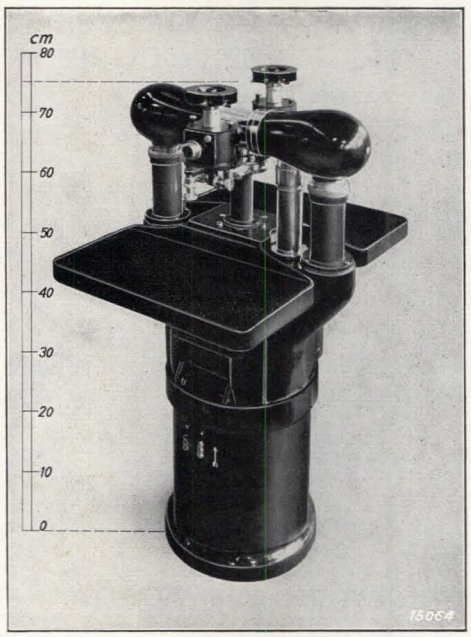


Fig. 1. Toestel voor de opname van de Röntgenbuigingsbeelden.

De Röntgenstralen vallen door een in de cylinderwand der camera aangebracht metalen buisje D (diafragma) op het preparaat, worden daar verstrooid en geven aanleiding tot het ontstaan van bepaalde interferentielijnen op de film F.

Indien het materiaal niet in poedervorm gebracht kan worden, moet een andere opstelling gebruikt worden. Bestaat het preparaat b.v. uit grootere stukken, dan kunnen deze op de bodem der camera met kleefwas zóó bevestigd worden, dat de Röntgenstralen er juist langs strijken. Ook kunnen andere camera's met vlakke film aangebracht worden.

Met dergelijke handige transportabele toestellen is het nu zonder meer mogelijk, het toepassingsgebied van de Röntgenstralen vanuit het laboratorium ook op de werkplaatsen uit te breiden. Evenwel schijnt het nog weinig bekend te zijn, dat er in de practijk vele gevallen voorkomen, die zich speciaal voor een efficiënte toepassing van de Röntgenstralen leenen, nl. daar, waar men zonder uitgebreid onderzoek een direct antwoord op zeer bepaalde vragen wil hebben. Heel vaak kan dan het antwoord met behulp van Röntgendiagrammen verbluffend simpel en met groote zekerheid worden gegeven. Er behoeven geen buigingsbeelden te worden uitgemeten en geen ingewikkelde theorieën te worden toegepast; het bekijken alleen is reeds genoeg, mits men over een zekere ervaring op dit speciale gebied van onderzoek beschikt. Het spreekt vanzelf, dat het bezit van een aantal diagrammen van veel voorkomende stoffen hierbij van groot nut is.

De reden, waarom dergelijke ervaringen tot op heden nog zoo weinig bekend zijn, ligt misschien daarin, dat aan de ééne kant de deskundigen op Röntgengebied niet met de bovenbedoelde vragen uit de practijk in aanraking komen, terwijl aan de andere kant zij, die met practisch materiaalonderzoek te maken hebben, zich geen duidelijke voorstelling maken van hetgeen de Röntgenstralen presteeren. Pas wanneer een betere uitwisseling van ervaringen tot stand komt, zullen de Röntgenbuigingstoestellen in de practijk *die* toepassing krijgen, waarop ze wegens hun practische waarde aanspraak kunnen maken.

Dit dan is het doel van deze rubriek. Wij stellen ons voor, in losse opeenvolging voorbeelden te brengen van toepassingen en ervaringen, die in dit laboratorium verzameld zijn. Uitdrukkelijk beperken wij ons hier tot de behandeling van vraagstukken, waarbij reeds het eenvoudige bekijken van de Röntgen-buigingsdiagrammen het gewenschte antwoord leverde. Problemen, al of niet uit de practijk voortgekomen, die een diepergaand onderzoek vereischen, zullen in deze rubriek niet ter sprake worden gebracht.

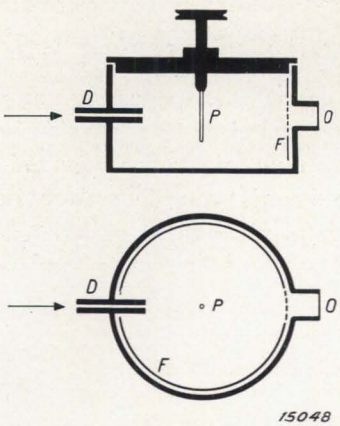


Fig. 2. De opname-camera voor de Röntgenbuigingsbeelden. De pijl geeft de intree-richting der (van de Röntgenbuis komende) Röntgenstralen aan. D is een diafragma om een nauwe bundel te verkrijgen, P het aan de draaibare preparaathouder bevestigde preparaat, F de tegen de binnenwand geklemde filmstrook. Bij O heeft de camera een uittreeopening voor de niet afgebogen (sterke) Röntgenstraal om storende strooïngen te vermijden. Om dezelfde reden is hier een gat in de film gesneden.

Aan de hand van de voorbeelden [2]) zal duidelijk worden, in een hoe groote verscheidenheid van

[2]) Het onderzoek is in de meeste gevallen uitgevoerd met medewerking van den heer F. M. Jacobs.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gebieden het Röntgenonderzoek te pas kan worden gebracht.

1. Vergelijking van porceleinsoorten

Om te kunnen zien of een nieuwe porceleinsoort gelijk was aan een bestaande, werden Röntgenopnamen vergeleken. *Fig. 3a* is een foto van het ongebrande nieuwe mengsel genomen; fig. 3b van dit mengsel nà het branden, terwijl fig. 3c een opname van de bestaande porceleinsoort geeft. Uit het feit, dat de lijnen op foto b op andere afstanden van elkaar liggen dan op foto a volgt, dat het branden met een structuur-verandering gepaard gegaan is; aangezien verder de lijnen op foto b geheel overeenkomen met die op foto c, is het gebrande nieuwe product identiek met het bestaande.

2. Identificatie van een oppervlaktelaag op stalen kogels

Stalen kogels, die eenigen tijd in rollend verband hadden gestaan met messing-dopjes, vertoonden op den duur een donkere oppervlaktelaag, welke klaarblijkelijk uiterst dun was en zeer vast aan de kogels hechtte.

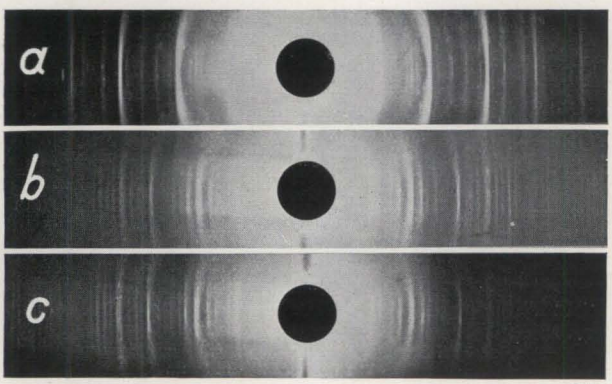


Fig. 3. Vergelijking van porceleinsoorten.

a) nieuw mengsel vóór het branden
b) nieuw mengsel nà het branden
c) bestaande porceleinsoort

Gevraagd werd, vast te stellen waaruit deze laag bestond, zonder dat de kogels op eenigerlei wijze, hetzij chemisch, hetzij mechanisch, aangetast werden. De Röntgenopnamen *fig. 4a—c*, welke verkregen werden door straling langs het kogeloppervlak [3]), zijn afkomstig resp. van een ongebruikte kogel (a) en van twee kogels (b en c), welke gedurende toenemende tijden in gebruik geweest waren.

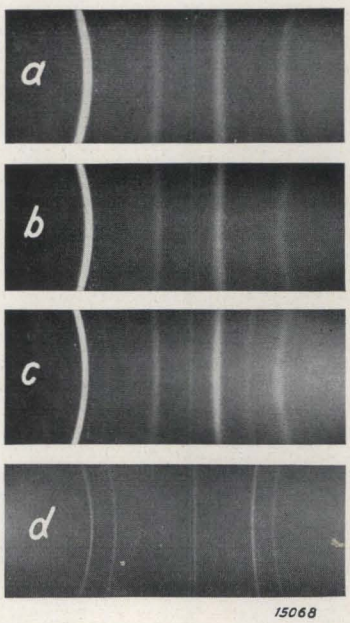


Fig. 4. Identificatie van een oppervlaktelaag op stalen kogels.

a) ongebruikte stalen kogel
b) en c) gedurende toenemende tijden gebruikte kogel
d) koper

Terwijl een ongebruikte kogel uitsluitend lijnen vertoont, toe te schrijven aan α-ijzer (fig. 4a), wordt bij langer gebruik een ander stel lijnen steeds duidelijker zichtbaar (fig. 4b en c). Een eenvoudige vergelijking met een opname van koper (fig. 4d) toont aan, dat er een laagje „koper" op de kogels aanwezig is.

Uit het feit, dat de ijzerlijnen op alle drie opnamen a—c op gelijke afstand van elkaar liggen, kan bovendien afgeleid worden, dat het op de kogels afgezette koper niet in het staal is gedrongen onder vorming van mengkristallen; in dit laatste geval zouden nl. de ijzerlijnen verplaatst zijn.

[3]) Het verschillend aspect der foto's in fig. 4 ten opzichte van die in fig. 3 hangt met de verschillende opnamemethode samen. Essentieel is alleen de ligging der lijnen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Het is onze bedoeling, maandelijks in deze rubriek een overzicht te geven van de kortgeleden verschenen wetenschappelijke publicaties der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken. In het algemeen kunnen overdrukken hiervan op aanvrage worden verstrekt door de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven. Artikelen, waarvan geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar zijn, zullen met * worden gemerkt.

No. 1030: E. J. W. Verwey: Ionenadsorption und Austausch (Kolloid Zeitschrift **72**, 187-192, Aug. 1935).

De verschijnselen bij de adsorptie van electrolyten kan men tot drie fundamenteele processen terugbrengen:

a. adsorptie van ionen die de potentiaal van de dubbellaag bepalen;

b. uitwisseling van de tegengesteld geladen, bewegelijke ionen in de dubbellaag („tegenionen");

c. echte adsorptie van een electrolyt.

Dat deze processen veelal op ingewikkelde wijze samenwerken, wordt toegelicht aan de hand van het door Kolthoff gevonden voorbeeld der uitwisseling van ionen in het kristalrooster. Verder wordt het mechanisme der adsorptie-indicatoren nader behandeld. Tenslotte toont de schrijver aan, dat er een systematische fout optreedt in de neerslagtitraties, waarbij het aequivalentiepunt in de oplossing als omslagpunt wordt gebruikt. De praktische bruikbaarheid dezer titratiemethode wordt hierdoor echter niet verminderd.

No. 1031: M. J. O. Strutt: Anode bend detection (Proc. Inst. Rad. Eng. **23**,945-957, Aug. 1935).

De anodegelijkstroom kan als functie van de roosterspanning door een som van eenige e-machten worden voorgesteld. Hoogstens drie van dergelijke termen blijkt men voor een nauwkeurige beschrijving van de karakteristieken voor eenige moderne in de handel zijnde buizen noodig te hebben. De voordeelen hiervan zijn in de eerste plaats, dat men de steilheid der detectie en de vervormingseffecten nauwkeurig kan berekenen uit de statische karakteristieken van de buis. In de tweede plaats worden eenige algemeene conclusies afgeleid betreffende de detectie van verschillende inkomende golven. De uitkomsten van metingen en berekeningen bleken behoorlijk overeen te stemmen.

No. 1032*: B. van der Pol: Oplossing van potentiaalvergelijking en golfvergelijking in n, n+1, n+2..... dimensies (Handelingen van het XXV Ned. Nat.- en Geneesk. Congres; 1935).

Van de eigenschap, dat door een kleine draaiing van een potentiaal- of golffunctie weer een potentiaal- of golffunctie wordt geleverd, kan men gebruik maken om functies voor een n+1-dimensionale ruimte te genereeren uit functies in n dimensies. Eenvoudige afleiding en uitbreiding van de algemeene oplossing volgens Whittaker.

No. 1033*: C. G. A. von Lindern: Magnetrons (Handelingen van het XXV Ned. Nat.- en Geneesk. Congres; 1935).

Bij de door Nordlohne en Posthumus gevonden draaiveldtrillingen is de opgewekte straling van hooge frequentie belangrijk grooter dan voor de beide vroeger bekende trillingswijzen van het magnetron. Voor een golflengte van 100 cm komt men zoowel in theorie als in de praktijk tot een rendement van 65%.

No. 1034*: H. Bruining: Secundaire electronenemissie (Handelingen van het XXV Ned. Nat.- en Geneesk. Congres; 1935).

Nader werd onderzocht op welke diepten de secundaire electronen uit metaaloppervlakken worden vrijgemaakt. Het bleek, dat zij niet in de bovenste atoomlaag ontstaan, maar op grootere diepten. Electronen, die een glad metaaloppervlak scherend treffen, maken meer secundaire electronen daaruit vrij dan bij loodrechte inval geschiedt, aangezien de gevormde secundaire electronen in het eerste geval gemakkelijker het oppervlak kunnen bereiken. Dit verklaart, waarom de emissie van secundaire electronen een maximum vertoont als functie van de snelheid, waarmee de primaire electronen het oppervlak treffen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!